

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

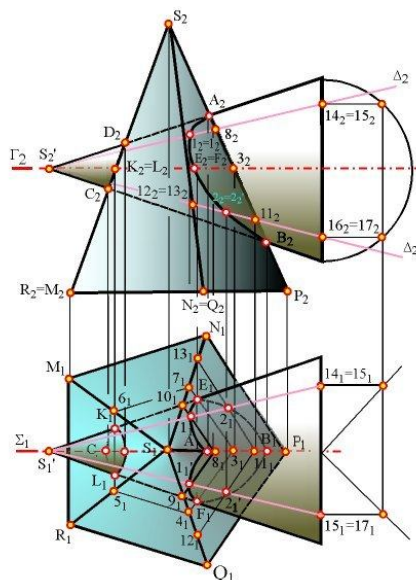
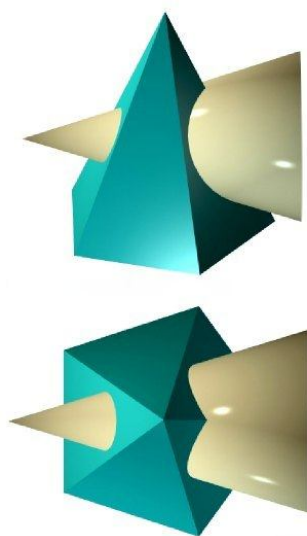
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

## ***МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ***

до лабораторних занять та виконання  
розрахунково-графічних і самостійних робіт  
з навчальної дисципліни

## **«ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»**

(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання  
освітнього рівня «бакалавр»  
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)



Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2016

Методичні вказівки та завдання до лабораторних занять та виконання розрахунково-графічних і самостійних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна графіка» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. М. А. Любченко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 100 с.

Укладач **М. А. Любченко**, канд. техн. наук

Рецензент **В. І. Лусь**, кандидат технічних наук, професор  
Харківського національного університету міського  
господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою основ архітектурного проектування і рисунку,  
протокол № 3 від 27.11.2015 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	6
1.1 Мета робіт .....	6
1.2 Зміст програми курсу .....	6
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЕПЮРІВ .....	8
2.1 Вимоги до оформлення епюрів .....	8
2.2 Епюр № 1 .....	8
2.2.1 Порядок виконання епюра.....	9
2.2.2 Питання для самоперевірки.....	11
2.2.3 Приклад виконання епюра № 1 .....	13
2.3 Епюр № 2 .....	14
2.3.1 Порядок виконання епюра.....	14
2.3.2 Питання для самоперевірки.....	17
2.3.3 Приклад виконання епюра № 2 .....	18
2.4 Варіанти задач (епюри № 1 і 2) .....	19
2.5 Епюр № 3 .....	20
2.5.1 Послідовність розв'язання задачі .....	21
2.5.2 Питання для самоперевірки.....	21
2.5.3 Алгоритм виконання епюра № 3 (приклад).....	21
2.5.4 Приклад виконання епюра № 3 .....	23
2.6 Варіанти задач для виконання епюра № 3 .....	24
3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРОЕКЦІЙНОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ .....	32
3.1 Вимоги до оформлення завдання «Проекційне креслення».....	32
3.2 Вказівки до виконання завдання «Проекційне креслення» .....	36
3.3 Побудова аксонометричних проекцій .....	45
3.4 Стандартні аксонометричні проекції, використовувані при виконанні завдання .....	46
3.4.1 Прямокутна диметрія .....	46
3.4.2 Прямокутна ізометрія.....	49
3.4.3 Приклади побудови ізометричної проекції деяких поверхонь .....	51
3.5 Приклад завдання «Проекційне креслення» .....	54

4	МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ «КОМП'ЮТЕРНЕ 3-D МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛІ» .....	56
4.1	Основні елементи інтерфейсу програми КОМПАС-3D .....	56
4.2	Побудова 3-D моделі .....	59
4.3	Послідовність побудови 3D моделі .....	60
4.4	Побудова кресленика з моделі .....	62
5	МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНОГО КРЕСЛЕННЯ БУДИНКУ .....	65
5.1	Вимоги до оформлення завдання .....	65
5.2	Зміст і порядок виконання завдання .....	65
5.3	Основні рекомендації до оформлення креслень .....	66
5.3.1	Масштаби .....	66
5.3.2	Розміри на будівельних кресленнях .....	67
5.3.3	Умовні графічні зображення на будівельних кресленнях .....	69
5.4	Рекомендації до виконання завдання .....	71
5.4.1	Рекомендації до виконання плану будинку .....	72
5.4.2	Рекомендації до виконання розрізу будинку .....	75
5.4.3	Рекомендації до виконання фасаду будинку .....	79
5.5	Питання для самоперевірки .....	81
	ДОДАТКИ .....	82
	Додаток А. Варіанти завдань для виконання завдання «Архітектурно-будівельне креслення будинку» .....	83
	Додаток Б. Приклад виконання кресленика плану будинку .....	97
	Додаток В. Приклад виконання кресленика фасаду будинку .....	98
	Додаток Г. Приклад виконання кресленика розрізу будинку .....	99
	Список рекомендованої літератури .....	100

## ВСТУП

Методичні вказівки та завдання для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна графіка» розроблені для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. В них наведено варіанти завдань, сформульовані вимоги до оформлення і обсяги робіт, дані короткі пояснення до виконання креслень і наведено список літератури, яка повинна використовуватися при виконанні завдань.

Навчальна дисципліна «Інженерна графіка», формує базові знання, необхідні для засвоєння спеціальних дисциплін, виконання студентами курсових, дипломних проектів і для подальшої професійної діяльності. Дана дисципліна є основою графічної грамотності.

Виконанням практичних робіт з дисципліни передбачається вивчення техніки креслення, а також набуття практичних навичок виконання графічних зображень відповідно до вимог Державних стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД).

У процесі виконання практичних робіт студенти набувають навички просторового мислення, читання і складання зображень, навички користування державними стандартами, підручниками, довідковою літературою.

Активні методи навчання, наявність і використання технічних засобів навчання, спеціальних навчальних посібників, програм і дидактичного матеріалу, сприяє усвідомленому засвоєнню студентами навчального матеріалу. Крім того, студенти повинні вміти користуватися довідниками, правильно висловлювати технічну думку за допомогою слова і креслення.

# **1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

## **1.1 Мета робіт**

Інженерна графіка – одна з дисциплін, що складають основу підготовки інженерів будівельних спеціальностей. Основні задачі курсу інженерної графіки – це навчити студента:

- а) використовувати графічні методи при розв’язанні інженерних задач;
- б) виконувати проєкційні креслення деталей;
- в) складати креслення будівель і споруд та вміти читати креслення.

Теоретичною базою курсу інженерної графіки є нарисна геометрія – розділ, де надаються способи побудови проєкційних зображень, з яких складаються креслення.

В розділі Будівельне креслення курсу інженерної графіки вивчаються загальні правила виконання креслень згідно з державними стандартами (ГОСТ, ЕСКД, ДСТУ).

## **1.2 Зміст програми курсу**

### ***ЗМ 1 Нарисна та обчислювальна геометрія***

Тема 1 Метод проєкцій. Точка на комплексному кресленні. Комплексне креслення точки в ортогональних проєкціях.

Тема 2 Метричні та позиційні задачі нарисної геометрії. Способи перетворення комплексного креслення. Способи задання прямих та площин на комплексному кресленні. Правило прямокутного трикутника. Спосіб заміни площин проєкцій.

Тема 3 Класифікація поверхонь. Криві та гранні поверхні. Поверхні обертання. Взаємний перетин поверхонь. Способи побудови лінії взаємного перетину поверхонь.

## ***ЗМ 2 Інженерна та комп'ютерна графіка***

Тема 4 Загальні правила виконання креслень. Проекційне креслення. Види, розрізи, перерізи. Формати, основні написи, шрифти, масштаби, лінії креслення, позначення виробів і конструкторських документів. Основні види. Правила нанесення розмірів на кресленнях. Виконання ескізу деталі з натури (три основних види та аксонометричне зображення).

Тема 5 Будівельні креслення. Особливості і види будівельних креслень. Основні конструктивні елементи будівлі. Оформлення будівельних креслень. Умовні позначення в будівельних кресленнях. Графічне позначення матеріалів в будівельних кресленнях. Виконання і читання будівельних креслень. Креслення планів, фасадів, розрізів будівлі.

Тема 6 Основи комп'ютерної графіки. Алгоритм формування зображень. Автоматизація виконання креслень. Побудова кресленника з 3D-моделі. Редагування зображень. Виконання будівельних креслень за допомогою САПР.

***Розрахунково-графічне завдання курсу «Вирішення графічних задач методами нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки».***

## 2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЕПЮРІВ

### 2.1 Вимоги до оформлення епюрів

Всі епюри виконувати за варіантом на окремих аркушах формату А3:

- побудови – олівцем, тонкими лініями;
- умови задач – олівцем, контурними лініями (0,2–0,3 мм);
- результати рішення – кольоровими олівцями.

Точки зображувати у вигляді кіл діаметром 1 мм.

За даними координатами точок А, В, С і D (мм) виконати епюри за темами:

- КК прямої лінії (проекції відрізка прямої загального положення, визначення розміру відрізка прямої загального положення, сліди прямої, визначення кутів нахилу прямої загального положення до площин проекцій, взаємне положення прямих, лінії рівня);
  - позиційні задачі (взаємне положення прямої і площини, взаємне положення площин тощо);
  - метричні задачі (визначення відстані між площинами, між мимобіжними прямими, визначення кутів тощо).

### 2.2 Епюр № 1

**Задано:** координати точок А, В, С (варіанти завдань див. с. 19)

Визначити:

- довжину відрізка прямої АВ;
- розмір кутів  $\alpha$  і  $\beta$  нахилу прямої АВ до площин проекцій  $\Pi_1$  і  $\Pi_2$ ;
- сліди М і N прямої АВ і розташування її у чвертях простору;
- пряму  $\ell$ , що проходить через точку С и паралельну прямої АВ;
- прямі горизонтального рівня  $h$  і фронтального рівня  $f$ , що проходять через точку С и перетинають пряму АВ.



У даному епюрі розглядаються теми: «Комплексне креслення точки» та «Комплексне креслення прямої лінії» курсу нарисної геометрії. Побудови ведуться на двох площинах проекцій  $\Pi_1$  і  $\Pi_2$ . Задані точки розташовані за умовою в першій чверті простору або на площинах проекцій. Пряма АВ за умовою – пряма загального положення.

### 2.2.1 Порядок виконання епюра

Розглянемо порядок виконання епюра на прикладі (дивись стор. 14). Для побудови проекцій точок по заданих координатах необхідно послідовно відкласти координату  $X$  точки  $A$  вліво від нуля по осі  $X$ , потім по лінії, перпендикулярній осі  $x$ , униз відкласти координату  $y$  – отримаємо горизонтальну проекцію точки  $A$  (точка  $A_1$ ), після цього нагору по цій же лінії відкласти координату  $z$  – отримаємо фронтальну проекцію точки  $A$  (точка  $A_2$ ). Аналогічно будемо проєкції інших точок. Якщо одна з координат дорівнює 0, то відповідна проєкція буде знаходитися на осі координат.

При з'єднанні однойменних проєкцій точок  $A$  і  $B$  отримаємо проєкції відрізка прямої АВ.

Після цього переходимо до визначення величин, заданих за умовою:

а) натуральну величину відрізка прямої загального положення знаходимо способом прямокутного трикутника. Побудови виконуємо на кожній із площин проєкцій. Припустимо, до горизонтальної проєкції в точці  $B_1$  відновлюємо перпендикуляр. На ньому відкладаємо величину  $\Delta z$ , узяту із фронтальної проєкції. Отримуємо точку  $B_0$ . Для визначення величини  $\Delta z$  на фронтальній проєкції прямої з нижньої точки (у цьому випадку  $B_2$ ) проводимо лінію, паралельну осі  $x$ . З'єднуємо точки  $B_0$  і  $A_1$ . Отримана гіпотенуза прямокутного трикутника і є натуральною величиною відрізка прямої АВ;

б) кути нахилу прямої до площин проєкцій визначаємо тим же способом прямокутного трикутника. Кут між гіпотенузою й катетом-проєкцією дорівнює

куту нахилу прямої до тієї ж площини проєкцій, на якій ведуться побудови. Із цього випливає, що кут нахилу до горизонтальної площини проєкцій ми вже визначили. Це кут  $\alpha$  між прямими  $B_0A_1$  й  $A_1B_1$ .

Кут нахилу до фронтальної площини визначаємо, побудувавши прямокутний трикутник на фронтальній проєкції прямої  $AB$ . У цьому випадку другим катетом є величина  $\Delta y$ , узята з горизонтальної проєкції (із точки  $A_1$  проводимо лінію, паралельну осі  $x$ ). Кут нахилу  $\beta$  прямої  $AB$  до фронтальної площини проєкцій буде дорівнювати куту між натуральною величиною (у цьому випадку  $A_0B_2$ ) і фронтальною проєкцією прямої  $A_2B_2$ ;

в) горизонтальний слід прямої  $AB$  – це точка  $M$  перетину її з горизонтальною площиною проєкцій. Проєкції цієї точки будуються, виходячи з умови належності одночасно прямій і площині проєкцій. Для побудови фронтальної проєкції горизонтального сліду продовжуємо фронтальну проєкцію прямої  $AB$  до перетину з віссю  $x$  – одержуємо точку  $M_2$ . Потім проводимо лінію проєкційного зв'язку до перетину з горизонтальною проєкцією прямої – одержуємо горизонтальну проєкцію горизонтального сліду – точку  $M_1$ , що збігається із точкою  $M$ .

Фронтальний слід – точка  $N$  – будується аналогічно. Продовжуємо горизонтальну проєкцію прямої до перетину з віссю  $x$  – одержуємо точку  $N_1$ . Проводимо лінію проєкційного зв'язку до перетину з фронтальною проєкцією прямої – одержуємо точку  $N_2$ , що збігається із точкою  $N$ .

Сліди є точками переходу прямої з однієї чверті простору в іншу. Пряма загального положення завжди проходить через три чверті. Для визначення, через які чверті простору дана пряма проходить, необхідно подивитися, як розташовані її проєкції. У нашому прикладі ліворуч від фронтального сліду обидві проєкції прямої розташовані вище осі  $x$ . Це говорить про те, що на даній ділянці пряма проходить через другу чверть. Між слідами горизонтальна проєкція прямої розташована нижче осі  $x$ , а фронтальна – вище. Виходить, тут пряма проходить через першу чверть. І нарешті, праворуч від горизонтального сліду проєкції прямої розташовані нижче осі  $x$ . При такому розташуванні пряма зна-

ходиться в четвертій чверті. Може зустрітися випадок, коли горизонтальна проекція прямої розташована вище осі  $x$ , а фронтальна – нижче. Тоді пряма на даній ділянці буде розташована в третій чверті.

Сліди прямої можуть збігатися з кінцями відрізка  $AB$ , якщо одна або обидві точки знаходяться у якій-небудь площині проекцій (одна із проекцій належить осі  $x$ , тобто за умовою координата  $y$  або  $z$  точки дорівнює нулю);

г) одне з основних властивостей паралельного проектування полягає в тому, що проекції паралельних прямих – паралельні. Тому для побудови проекцій прямої  $\ell$  із точки  $C_1$  проводимо лінію  $\ell_1$  паралельно  $A_1B_1$ , а із точки  $C_2$  – лінію  $\ell_2$  паралельно  $A_2B_2$  довільної довжини;

д) для побудови проекцій горизонталі, що проходить через точку  $C$  і перетинає пряму  $AB$ , ми виходимо з умови, що горизонталь паралельна горизонтальній площині проекцій, а її фронтальна проекція завжди паралельна осі  $x$ . Тому, через точку  $C_2$  проводимо лінію  $h_2$  паралельно осі  $x$  до перетинання її з  $A_2B_2$  – одержуємо точку  $1_2$ . Потім лінією проекційного зв'язку будемо точку  $1_1$  на  $A_1B_1$ . Через точки  $C_1$  й  $1_1$  проводимо горизонтальну проекцію горизонталі  $h_1$ .

Проекції фронталі будуються аналогічно. При цьому ми враховуємо, що фронталь паралельна фронтальній площині проекцій й її горизонтальна проекція завжди паралельна осі  $x$ . Через точку  $C_1$  проводимо  $f_1$  паралельно осі  $x$  до перетину з  $A_1B_1$  – одержуємо точку  $2_1$ , будемо точку  $2_2$  на  $A_2B_2$ , через точки  $C_2$  і  $2_2$  проводимо фронтальну проекцію фронталі –  $f_2$ .

### 2.2.2 Питання для самоперевірки

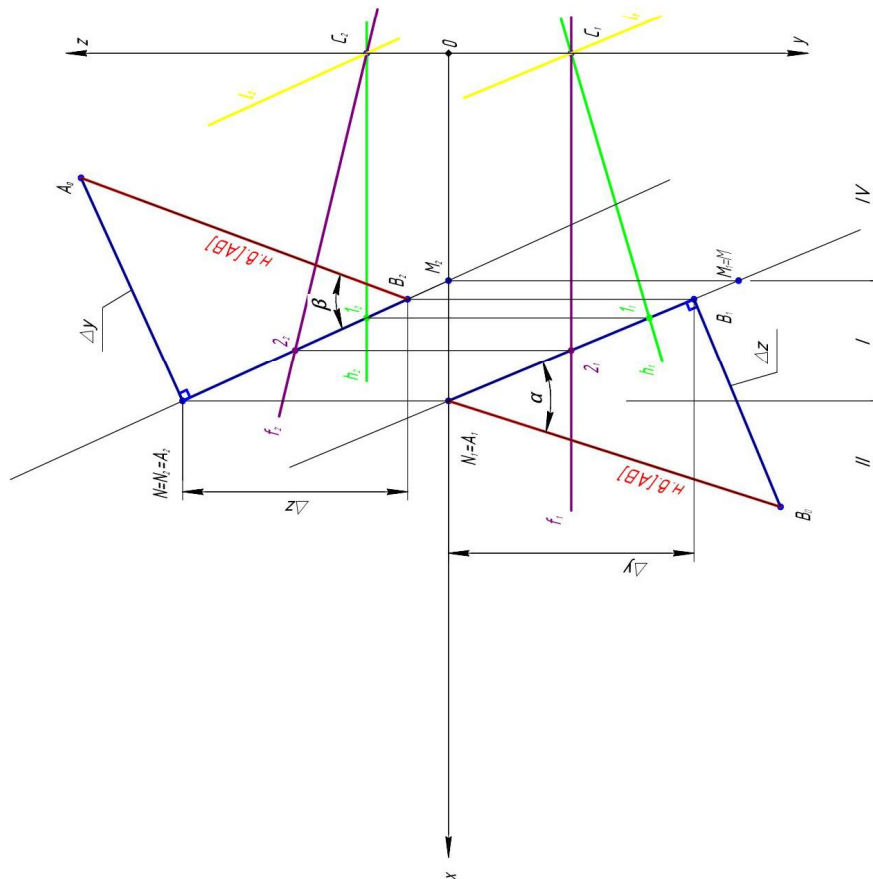
1. Що називають прямокутними координатами точки?
2. Яке положення займає точка в просторі, якщо її фронтальна проекція розташована на осі проекцій  $OZ$ ?
3. Яка пряма називається прямою загального положення,
4. Як називається пряма, фронтальна проекція якої паралельна до осі  $OX$ ?

5. У якої прямої горизонтальна проекція паралельна до осі проекцій  $OX$  і як ця пряма називається?
6. Які необхідні і достатні умови для побудови на комплексному кресленні точки, що належить заданій прямій?
7. Що є ознакою паралельності і перетинання двох прямих на комплексному кресленні?

### 2.2.3 Приклад виконання епюра № 1

ЕПЮРА №1

A (85; 0; 65)  
B (60; 60; 10)  
C (0; 30; 20)



## 2.3 Епюр № 2

**Задано:** координати точок A, B, C, D (Варіанти завдань див. стор. 19).

Визначити:

1: 1.1 Відстань від точки D до площини  $\triangle ABC$  не застосовуючи методи перетворення комплексного креслення.

1.2 Видимість ділянок перпендикуляра DK щодо площини, обмеженої трикутником ABC.

2: 2.1 Відстань від точки D до площини  $\triangle ABC$  з застосуванням методу заміни площин проекцій.

2.2 Дійсну величину трикутника ABC.

У даному епюрі розглядаються теми: «Перетин прямої з площиною» та «Позиційні й метричні задачі».

Для визначення відстані від точки до площини необхідно з точки опустити на площину перпендикуляр, потім побудувати точку перетину отриманого перпендикуляра із заданою площиною і визначити натуральну величину відрізка між заданою точкою і побудованою точкою перетину.

Для визначення видимості перпендикуляра користуємося конкуруючими точками на мимобіжних прямих, однойменні проекції яких збігаються. Із двох конкуруючих точок видимою буде та, відповідна координата якої більше. Видимість на кожній проекції визначається окремо.

Приклад виконання епюра приведений на с. 18.

### 2.3.1 Порядок виконання епюра

1: 1.1 Для побудови перпендикуляра до площини використовуємо властивість перпендикулярності прямої і площини: пряма перпендикулярна до площини, якщо вона перпендикулярна двом прямим, що перетинаються, даної площини. Тому що в проекціях прямий кут проектується без змін тільки на

прямі рівня площини, то в якості двох прямих, що перетинаються, ми використовуємо горизонталь  $h$  і фронталь  $f$  площини  $\Delta ABC$ . Через точку  $C_2$  проводимо  $h_2$  паралельно осі  $x$ . У перетині зі стороною  $AB$  одержуємо точку  $1_2$ , по лінії проєкційного зв'язку будуємо точку  $1_1$  і через точки  $1_1$  й  $C_1$  проводимо  $h_1$ . Аналогічно через точки  $C$  і  $2$  будуємо фронталь  $f$ .

Тепер із точки  $D$  опускаємо перпендикуляр  $\ell$  на площину  $\Delta ABC$ : із точки  $D_1$  проводимо  $\ell_1 \perp h_1$ , із точки  $D_2$  —  $\ell_2 \perp f_2$ .

Задача на побудову точки перетину прямої з площиною вирішується в три етапи: 1) через пряму  $\ell$  проводимо допоміжну проєктуючу площину, слід якої збігається з проєкцією прямої (у нашому прикладі  $\Sigma_2 \equiv \ell_2$ ); 2) будуємо лінію перетину точки 3 та 4 допоміжної площини  $\Sigma$  із заданою площиною  $\Delta ABC$  (точки  $3_2$  і  $4_2$  одержуємо в перетині  $\Sigma_2$  зі сторонами трикутника  $A_2C_2$  і  $A_2B_2$ , точки  $3_1$  і  $4_1$  знаходимо по лініях проєкційного зв'язку і належності відповідним сторонам); 3) визначаємо точку  $K$  перетину лінії  $MN$  з прямої  $\ell$ , що і буде шуканою точкою перетину прямої  $\ell$  з площиною  $\Delta ABC$  ( $M_1N_1$  перетинає  $\ell_1$  у точці  $K_1$ , точку  $K_2$  знаходимо на  $\ell_2$  по лінії проєкційного зв'язку).

Натуральну величину відрізка  $KD$  знаходимо методом прямокутного трикутника. До відрізка  $K_2D_2$  у точці  $D_2$  будуємо перпендикуляр, на якому відкладаємо величину  $\Delta Y$ , узяту з горизонтальної проєкції. Отримана гіпотенуза  $D_0K_2$  і є натуральною величиною відрізка  $KD$ .

1.2 Для визначення видимості перпендикуляра на фронтальній площині користуємося конкуруючими точками 4 і 5, фронтальні проєкції яких збігаються. Ці точки належать мимобіжним прямим  $\ell$  і  $AB$ . Розглянувши їхні горизонтальні проєкції, бачимо, що у точки 4 координата  $Y$  більше, а значить на фронтальній площині вона буде видимою і відповідно видима пряма  $AB$ , до якої ця точка належить. На горизонтальній площині видимість визначаємо по точках 6 і 7, що належать прямим  $\ell$  і  $BC$ . Горизонтальні проєкції цих точок збігаються, по фронтальних проєкціях визначаємо, що координата  $Z$  точки 6 більше, а значить горизонтальна проєкція прямої  $\ell$ , до якої належить точка 6, буде видимою.

2: 2.1 Відстань від точки  $D$  до площини трикутника  $ABC$  вимірюється величиною перпендикуляра, проведеного з цієї точки на площину. Ця відстань проектується на будь-яку площину проєкцій у дійсну величину, якщо дана площина перпендикулярна до цієї площини проєкцій. Домогтися такого положення можна різними способами перетворення комплексного кресленика. Для виконання завдання використовуємо спосіб заміни площин проєкцій.

Замінюємо площину  $\Pi_2$  на площину  $\Pi_4$ , перпендикулярну до площини  $\triangle ABC$ . Для цього проводимо в площині трикутника будь-яку горизонталь  $h$  ( $h_1$ ,  $h_2$ ) і розташовуємо вісь проєкцій  $X_{14} \perp h_1$ . Для виконання цієї заміни на комплексному кресленику проводимо із горизонтальних проєкцій  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  та  $D_1$  лінії проєкційного зв'язку, перпендикулярні до  $X_{14}$ , і відкладаємо на них висоти точок  $A$ ,  $B$ ,  $C$  і  $D$ , узяті з  $\Pi_2$ . Будуємо проєкції точок  $A_4$ ,  $B_4$ ,  $C_4$  та точки  $D_4$  у новій системі площин проєкцій  $\Pi_1\Pi_4$ .

Відстань  $D_4K_4$  – шукана дійсна довжина  $|DK|$ , котру зворотнім проєкуванням повертаємо на вихідні проєкції. Тобто, добудовуємо горизонтальну проєкцію  $K_1$  та фронтальну проєкцію  $K_2$ . Точку  $K_1$  отримуємо проведенням лінії що перпендикулярна  $h_1$  і лінією проєкційного зв'язку, проведеної з площини  $\Pi_4$  від точки  $K_4$ .

2.2 Задача розв'язується дворазовою заміною площин проєкцій. Але після виконання попереднього пункту ми вже маємо одну заміну площини  $\Pi_2$  на  $\Pi_4$ . Тому, потім замінимо площину проєкцій  $\Pi_1$  на площину  $\Pi_5$ , паралельну до площини  $\triangle A_4B_4C_4$ , тобто  $X_{45} \parallel \triangle A_4B_4C_4$ . Для побудови  $\triangle A_5B_5C_5$  проводимо лінії зв'язку з проєкцій  $A_4$ ,  $B_4$ ,  $C_4$  перпендикулярно  $X_{45}$  і відкладаємо на них відстань від  $A_1$ ,  $B_1$  і  $C_1$  до осі  $X_{14}$ . У системі площин проєкцій  $\Pi_4$  і  $\Pi_5$  площина трикутника є площиною рівня відносно площини  $\Pi_5$ .

Проекція  $A_5B_5C_5$  – дійсна величина трикутника  $ABC$ .



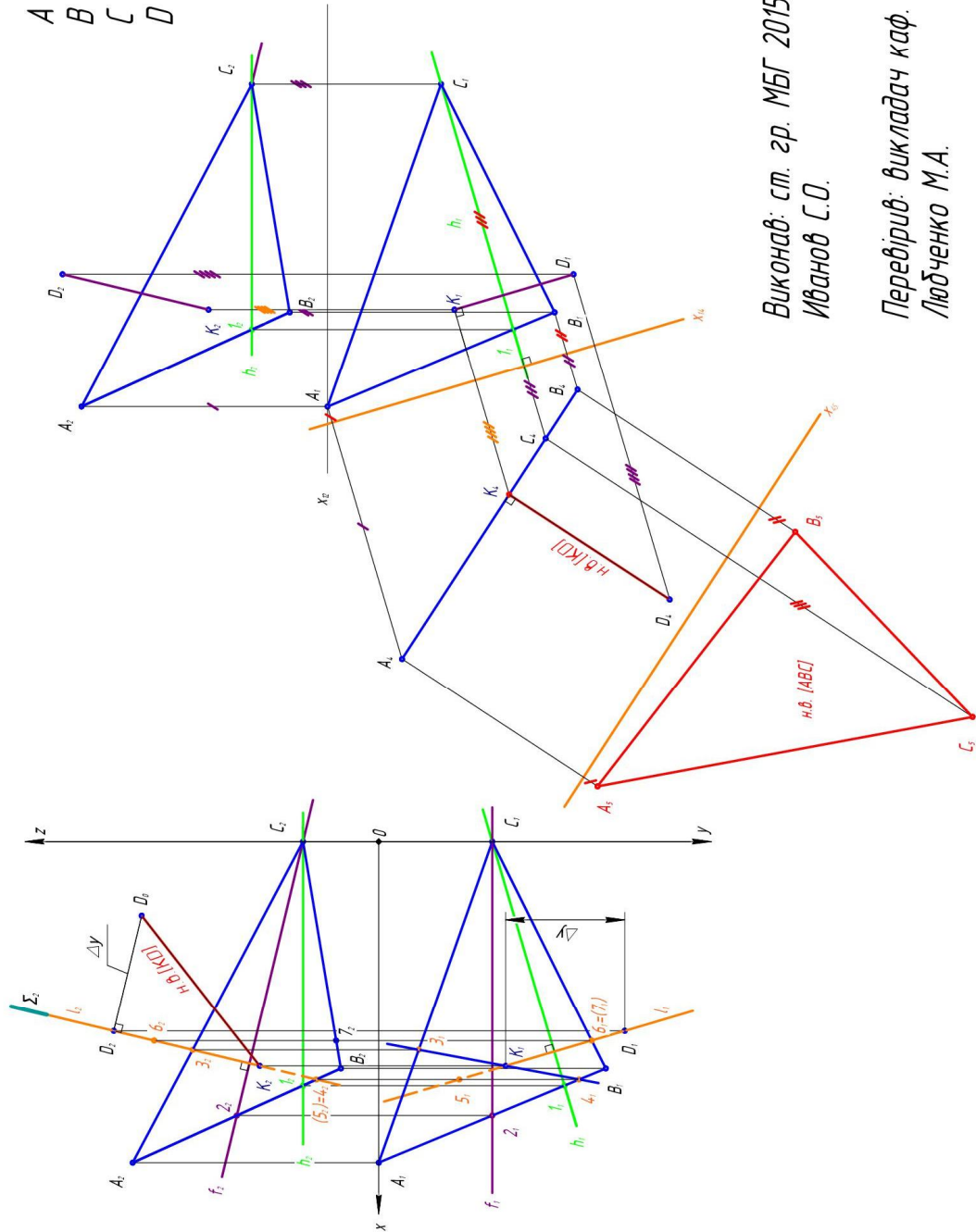
### 2.3.2 Питання для самоперевірки

1. Які площини називаються проєктуючими? Вкажіть властивості цих площин.
2. Як зображується на комплексному кресленні фронтально-проєктуюча площина, проведена через пряму загального положення?
3. Сформулюйте алгоритм розв'язання задачі на перетин прямої з площиною загального положення.
4. Як формулюється теорема про пряму, перпендикулярну до площини?
5. Сформулюйте алгоритм розв'язання задачі на визначення відстані від точки до площини загального положення.
6. Які основні задачі розв'язуються заміною однієї площини проєкцій?
7. Які основні задачі розв'язуються заміною двох площин проєкцій?
8. Які параметри комплексного креслення залишаються незмінними при заміні фронтальної площини проєкцій?
9. Які параметри комплексного креслення залишаються незмінними при заміні горизонтальної площини проєкцій?
10. Скільки і в якій послідовності потрібно ввести допоміжних площин в систему  $\Pi_1/\Pi_2$ , щоб отримати справжню величину фігури загального положення?

### 2.3.3 Приклад виконання епюра № 2

ЕПЮР №2

A (85; 0; 65)  
B (60; 60; 10)  
C (0; 30; 20)  
D (50; 65; 70)



Виконав: ст. гр. МБГ 2015-1  
Іванов С.О.

Перевірив: викладач каф. ОАПР  
Людченко М.А.

## 2.4 Варіанти задач (епюри № 1 і 2)

Таблиця 2.1 – Варіанти задач для епюрів № 1 і 2

Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані
1	A(40,5,55) B(0,70,10) C(65,40,0) D(70,50,60)	9	A(55,0,30) B(0,20,60) C(5,55,15) D(35,35,50)	17	A(40,65,20) B(0,10,50) C(55,20,40) D(20,0,30)	25	A(30,55,5) B(75,10,50) C(5,0,20) D(0,35,65)
2	A(20,0,20) B(75,20,50) C(90,60,0) D(50,50,45)	10	A(45,55,10) B(0,25,35) C(60,10,60) D(80,30,0)	18	A(70,20,20) B(25,50,0) C(0,10,50) D(60,40,45)	26	A(0,10,55) B(15,60,10) C(70,30,15) D(60,55,40)
3	A(85,20,80) B(25,40,20) C(90,70,30) D(70,10,10)	11	A(45,0,60) B(80,45,15) C(15,10,10) D(10,60,55)	19	A(0,15,40) B(60,60,75) C(85,45,10) D(50,5,46)	27	A(25,30,30) B(65,10,50) C(10,20,90) D(0,55,45)
4	A(85,42,0) B(25,62,20) C(0,10,40) D(35,35,58)	12	A(0,65,0) B(15,20,50) C(90,10,20) D(60,50,45)	20	A(35,70,0) B(60,40,20) C(20,25,45) D(70,85,50)	28	A(85,0,65) B(60,65,10) C(0,30,20) D(50,35,70)
5	A(10,20,25) B(55,50,10) C(80,0,65) D(40,50,45)	13	A(25,30,50) B(65,50,10) C(10,60,40) D(0,30,15)	21	A(25,5,70) B(65,30,30) C(0,45,25) D(45,65,80)	29	A(70,5,65) B(10,20,30) C(50,50,20) D(20,65,10)
6	A(65,25,70) B(0,40,40) C(90,70,15) D(15,70,100)	14	A(88,50,10) B(62,0,60) C(20,0,30) D(28,34,50)	22	A(25,15,60) B(65,50,15) C(0,80,10) D(50,75,50)	30	A(50,5,70) B(10,30,30) C(75,40,20) D(20,65,75)
7	A(40,70,5) B(0,30,30) C(65,25,45) D(20,80,65)	15	A(0,50,10) B(25,40,60) C(70,5,30) D(60,35,70)	23	A(70,25,5) B(15,55,35) C(20,5,50) D(50,75,40)		
8	A(42,72,0) B(0,32,33) C(75,40,55) D(15,65,60)	16	A(105,0,95) B(80,75,30) C(0,30,15) D(5,70,100)	24	A(15,70,0) B(60,40,20) C(0,25,45) D(35,75,60)		

## 2.5 Епюр № 3

За варіантом побудувати три проекції кривих поверхонь, які взаємно перетинаються. Три проекції лінії перетину поверхонь (лінію перетину побудувати за допомогою методів допоміжних площин-посередників або допоміжних сфер) з урахуванням її видимості (дивись варіанти задач епюра стор. 24). Побудувати аксонометричну проекцію однієї з поверхонь.

Щоб визначити проекції лінії перетину, треба знайти проекції точок, спільних для поверхонь, що розглядаються. Лінію взаємного перетину будують за точками перетину лінії однієї поверхні з іншою або з її лініями. Для цього криві поверхні перетинаються третьою поверхнею, яку називають **посередником** (рис. 2.1). Дві криві лінії перетину  $m$  і  $n$ , що належать поверхні – посереднику, перетинаючись, утворюють точки 1 та 2 шуканої лінії взаємного перетину. Виконавши таку операцію кілька разів, дістають потрібну кількість точок для проведення кривої взаємного перетину.

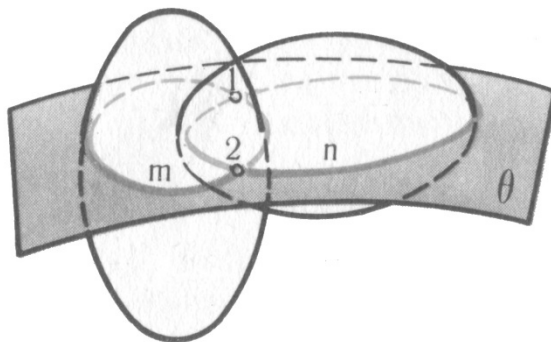


Рисунок 2.1 – Метод допоміжних площин-посередників

Як січні часто беруть такі площини, що перетинають дані поверхні по простих для побудови лініях – окружність, чи пряма.

При побудові лінії взаємного перетину та визначенні видимості велике значення мають характерні точки цієї лінії, які треба визначити спочатку. До таких точок належать найвища та найнижча, а також точки на контурі кожної поверхні, бо вони відділяють видиму ділянку лінії перетину від невидимої.

У випадку коли одна з кривих поверхонь є проектуючою, то задача побудови лінії перетину значно спрощується, бо проекція лінії перетину вже є на кресленні.

### **2.5.1 Послідовність розв'язання задачі**

1. Визначають вид кривих поверхонь;
2. Якщо одна з поверхонь проектує, то визначаємо до якої з площин проекцій (на цій проекції вже є проекція лінії перетину поверхонь).
3. Лінію на поверхні розподіляють на точки (визначають опорні й проміжні точки);
4. Будують проекції точок, які невизначені на кресленні.
5. Проекції точок з'єднують лінією.

### **2.5.2 Питання для самоперевірки**

1. В яких випадках доцільно використовувати спосіб сфер-посередників?
2. Коли дві поверхні другого порядку перетинаються по плоских кривих?
3. Сформулюйте принцип приналежності точки до поверхні.
4. У чому полягає суть спрощення при побудові лінії взаємного перетину двох поверхонь, якщо одна з поверхонь проектує?

### **2.5.3 Алгоритм виконання епюра № 3 (приклад)**

1. В прикладі перетинаються поверхні на півсфери та циліндрична, яка є проектуючою до горизонтальної площини проекцій. Тобто горизонтальна проекція лінії перетину вже є на кресленні – це окружність в яку проектується циліндрична поверхня.

2. Горизонтальну проекцію лінії перетину розподіляємо на точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8 які належать напівсфері.

3. Фронтальну проекцію точок будуємо за допомогою фронтальних січних площин, що перетинають сферу по колу відповідного радіуса.

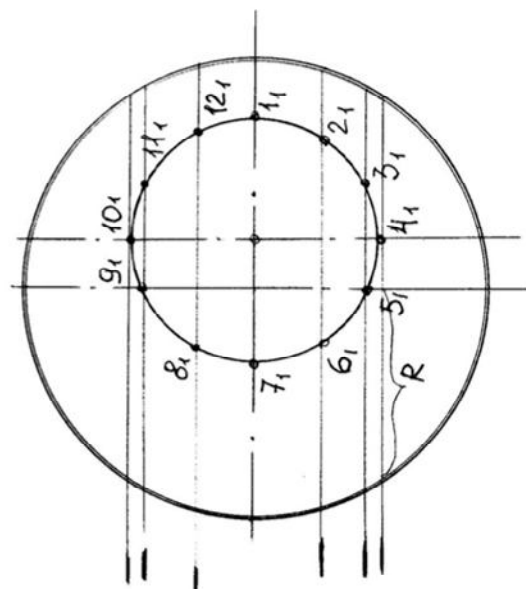
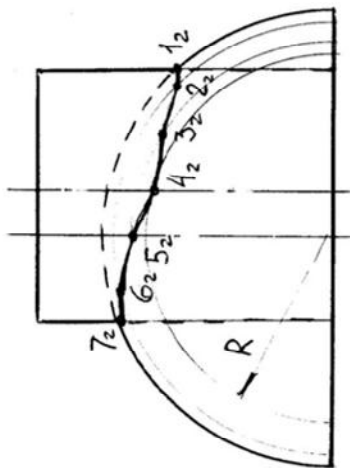
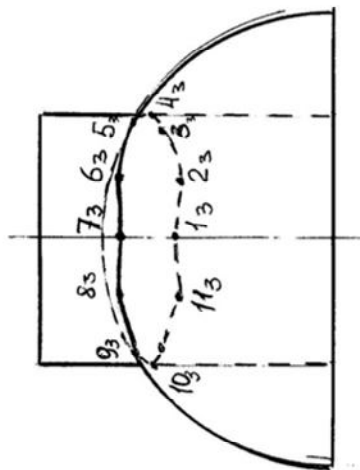
4. Профільну проекцію кожної точки будуємо за лінією проекційного зв'язку та координатою у.

5. Три проекції лінії на поверхні виконати кольоровим олівцем з огляду на видимість.

Приклад виконання епюра приведений на с. 23.

## 2.5.4 Приклад виконання епюра №3

ЕПЮР №3

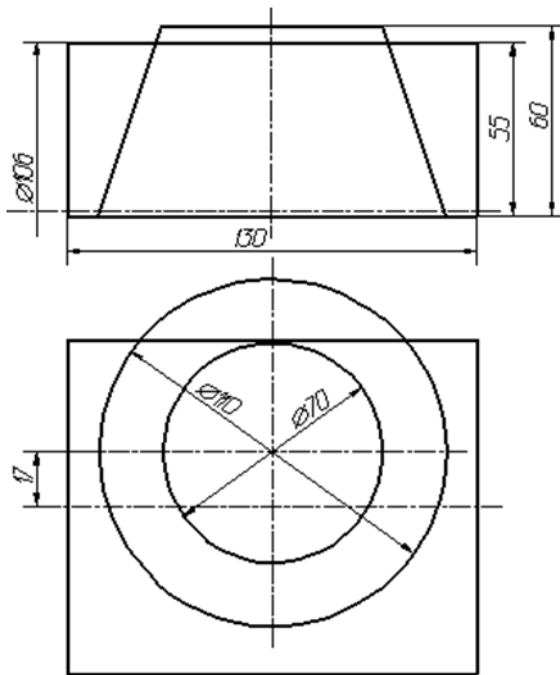


Виконав: ст. гр. МБГ 2015-1  
Іванов С.О.

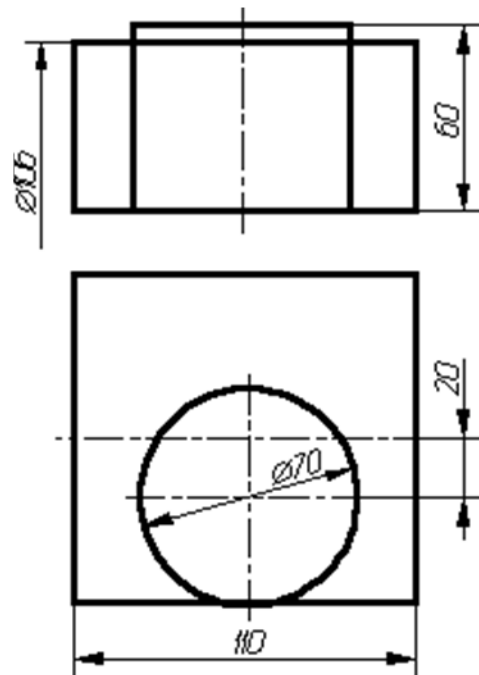
Перевірив: викладач каф. ОАПР  
Любченко М.А.

## 2.6 Варіанти задач для виконання епюра № 3

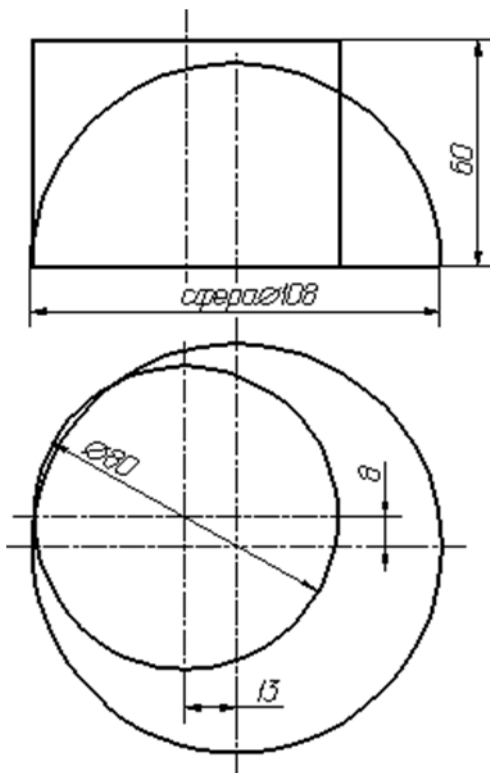
Варіант 1



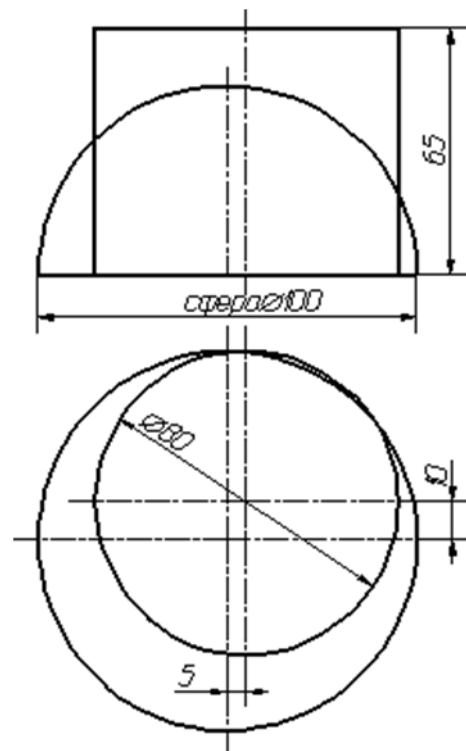
Варіант 2



Варіант 3

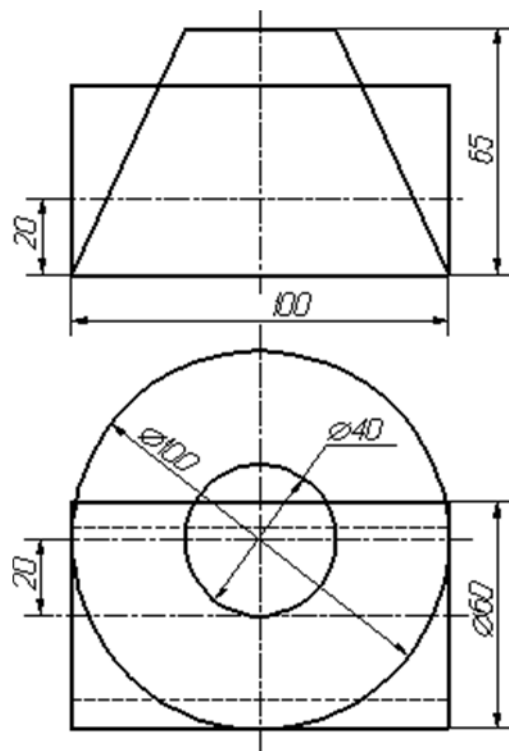


Варіант 4

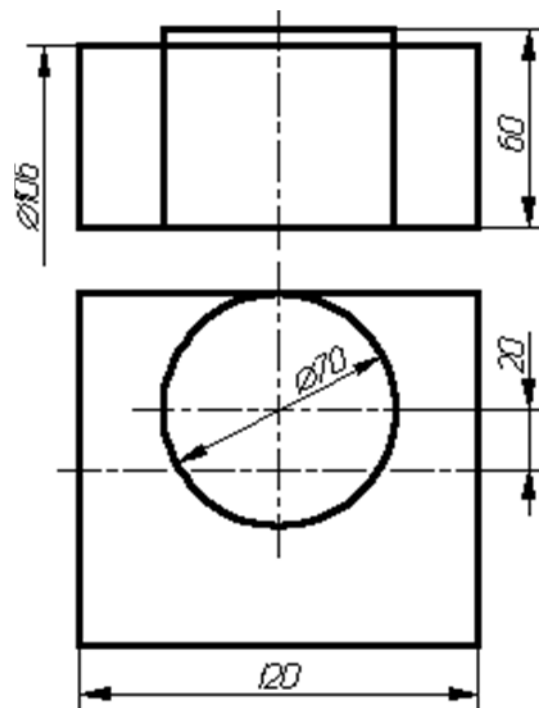




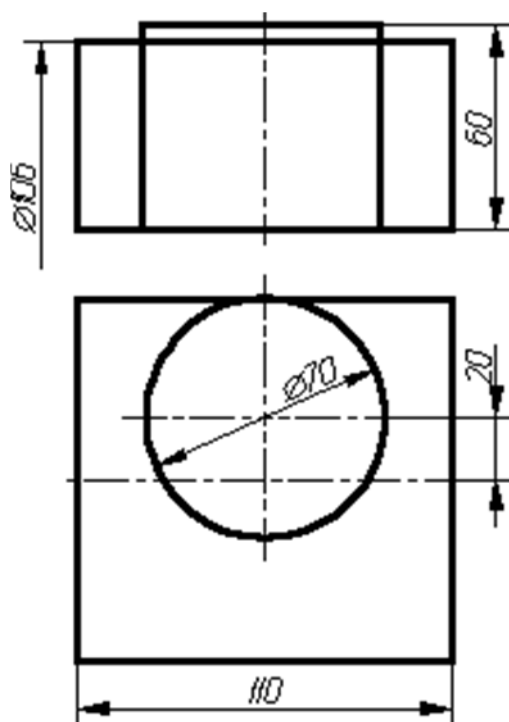
Варіант 5



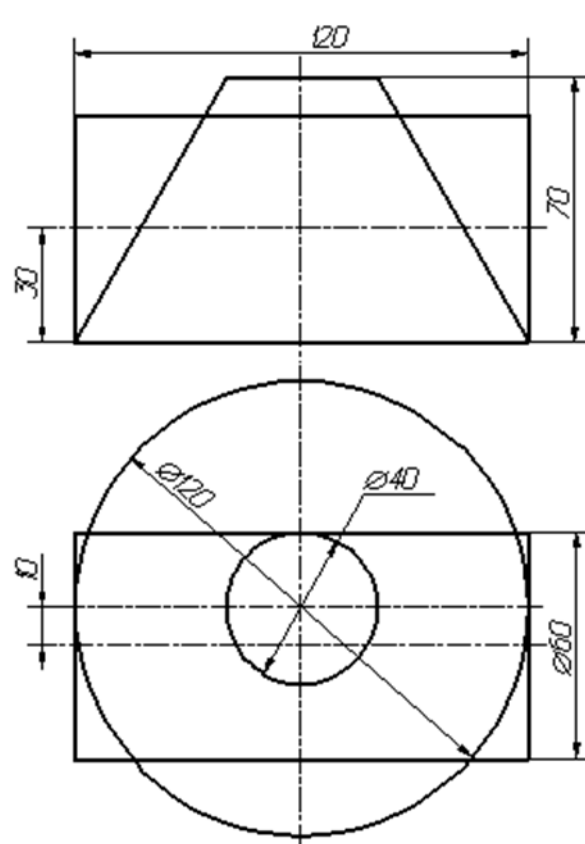
Варіант 6



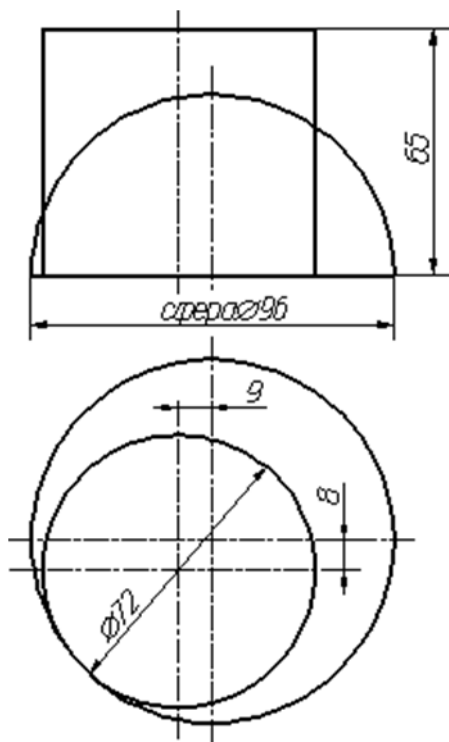
Варіант 7



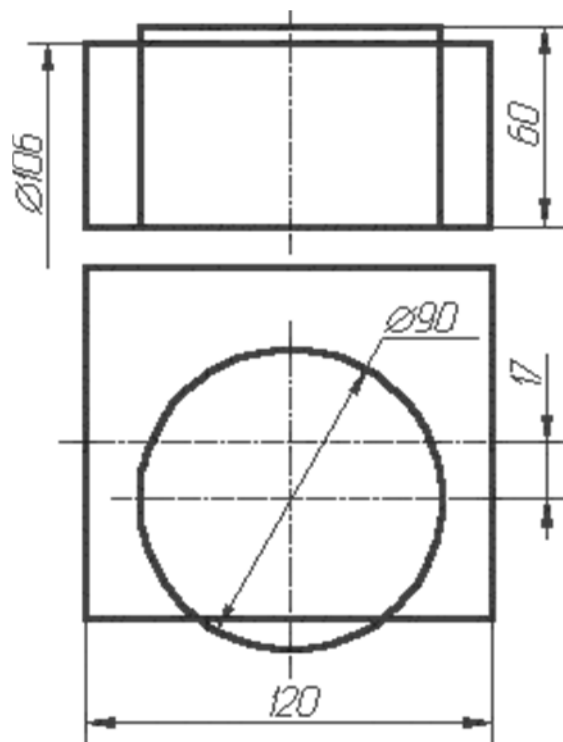
Варіант 8



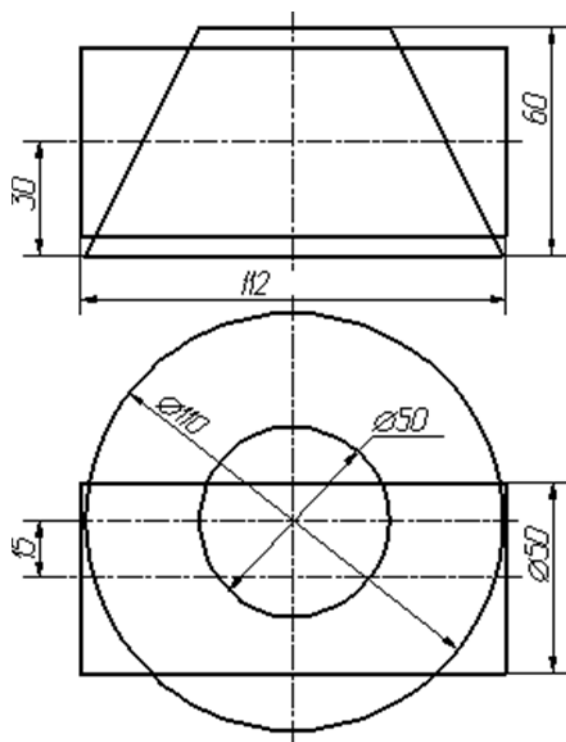
Вариант 9



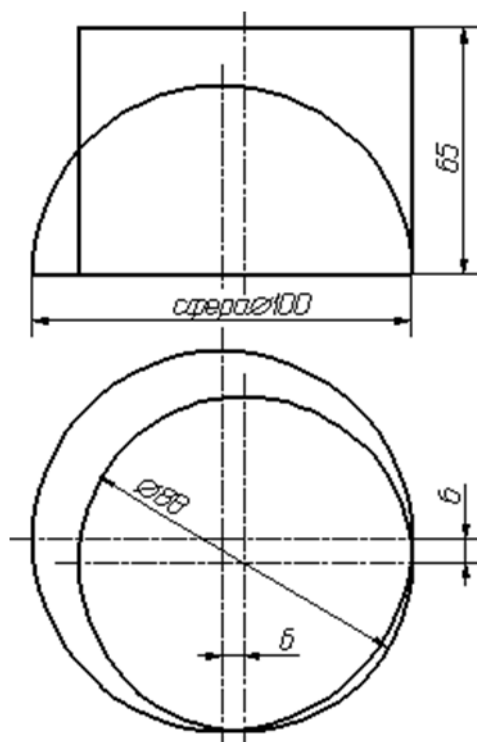
Вариант 10



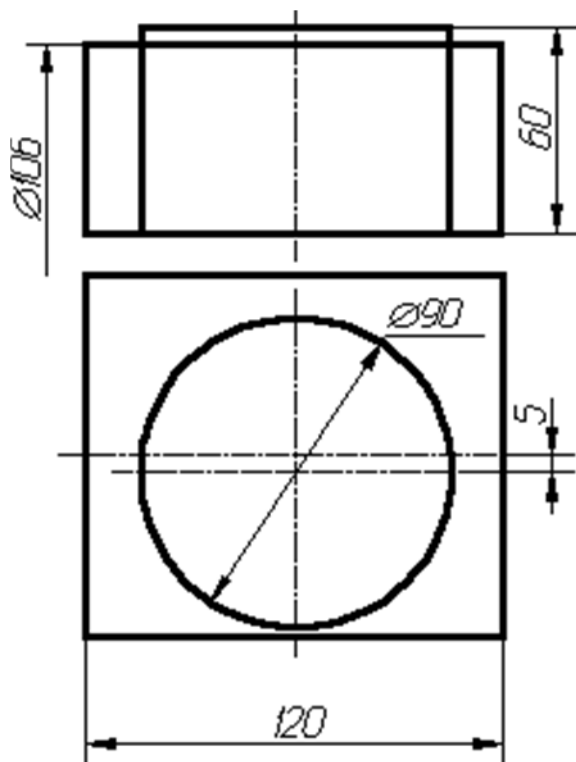
Вариант 11



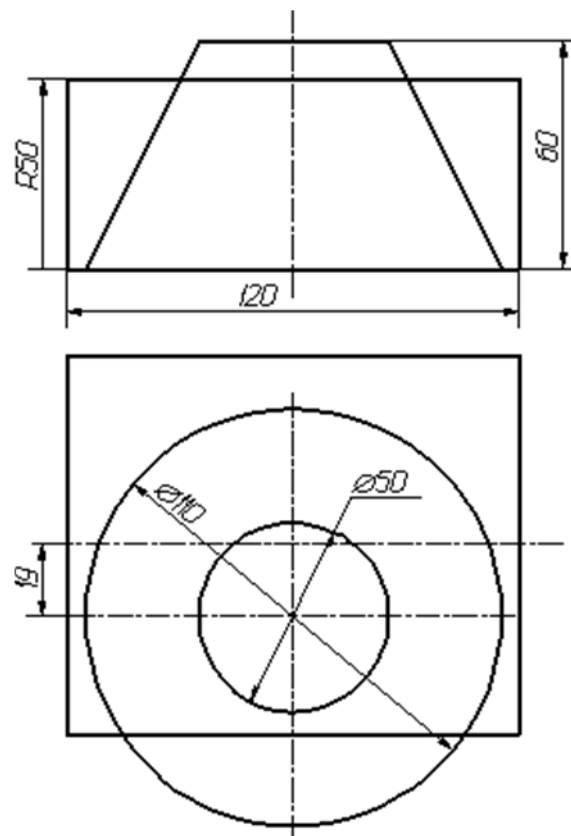
Вариант 12



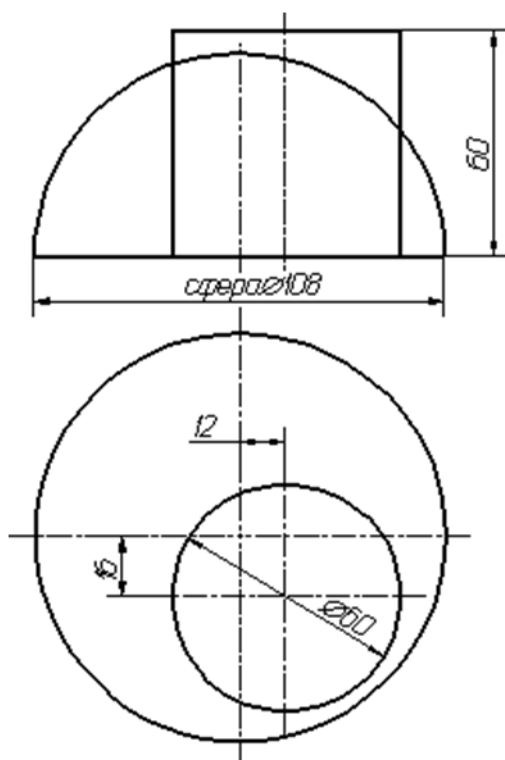
Вариант 13



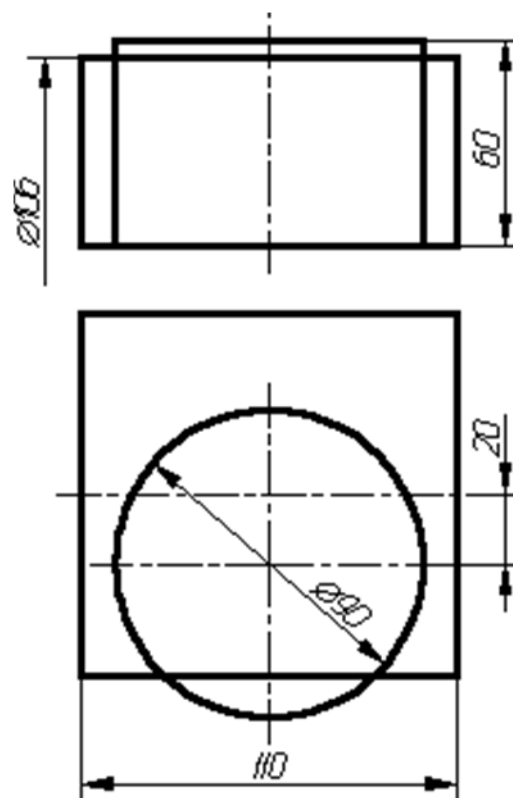
Вариант 14



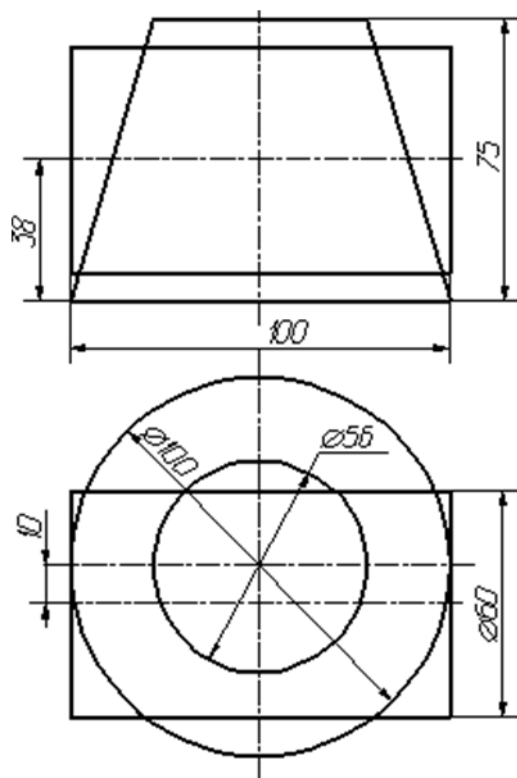
Вариант 15



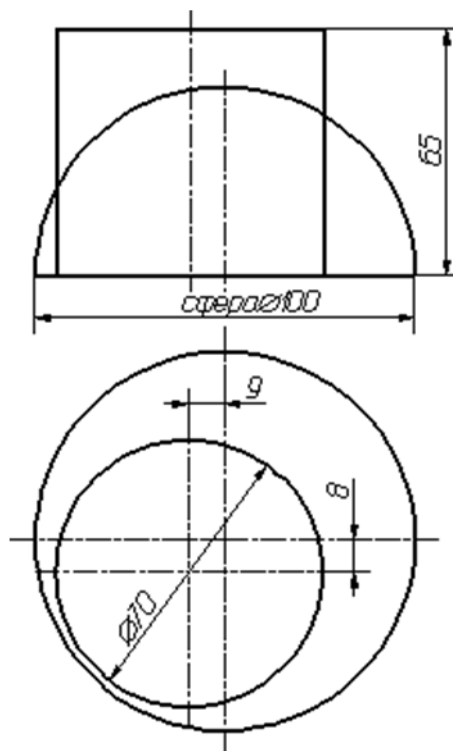
Вариант 16



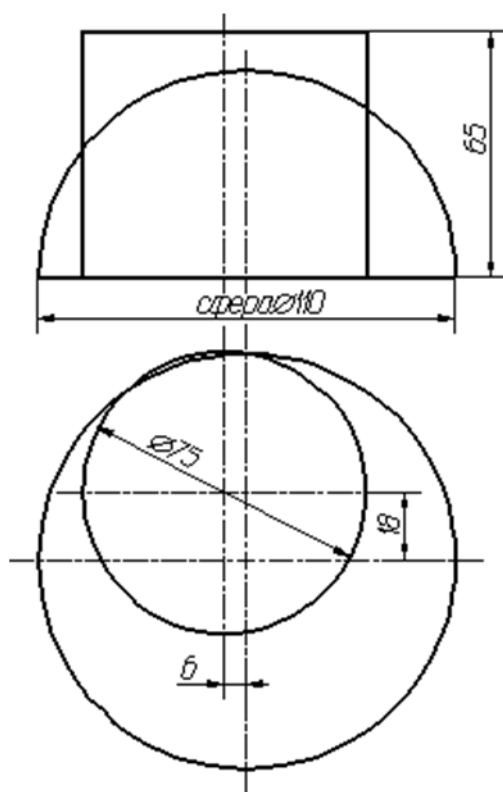
Вариант 17



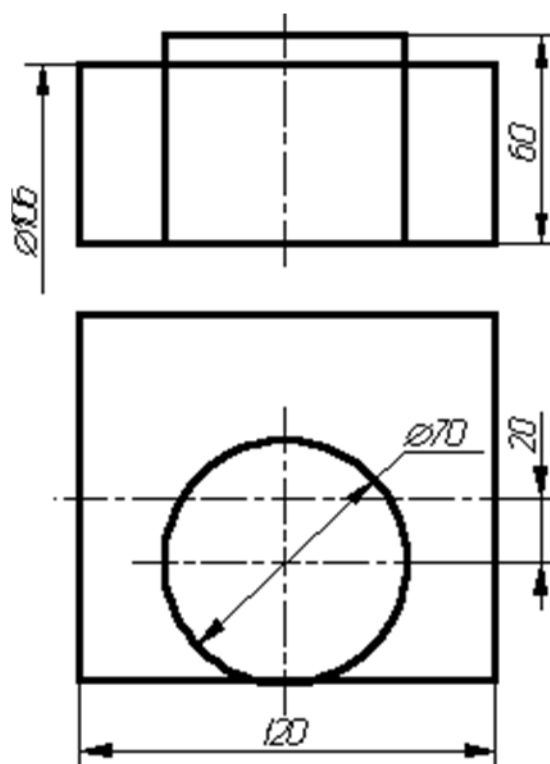
Вариант 18



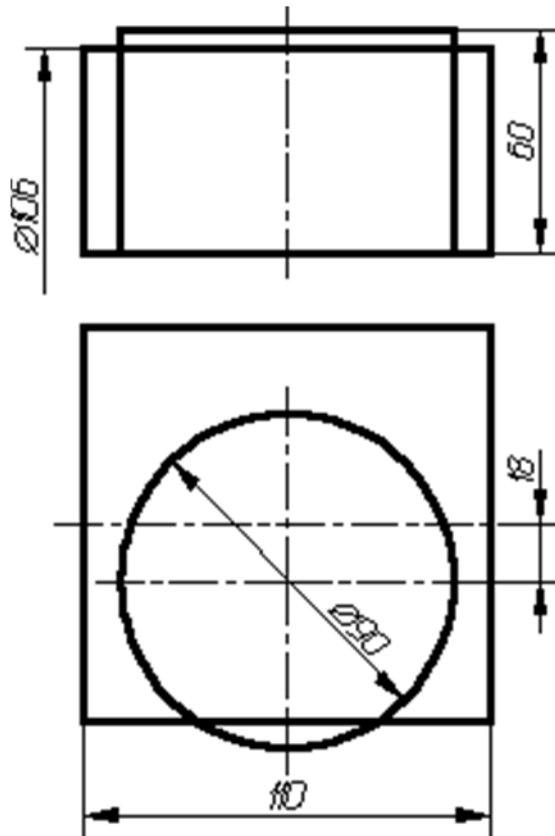
Вариант 19



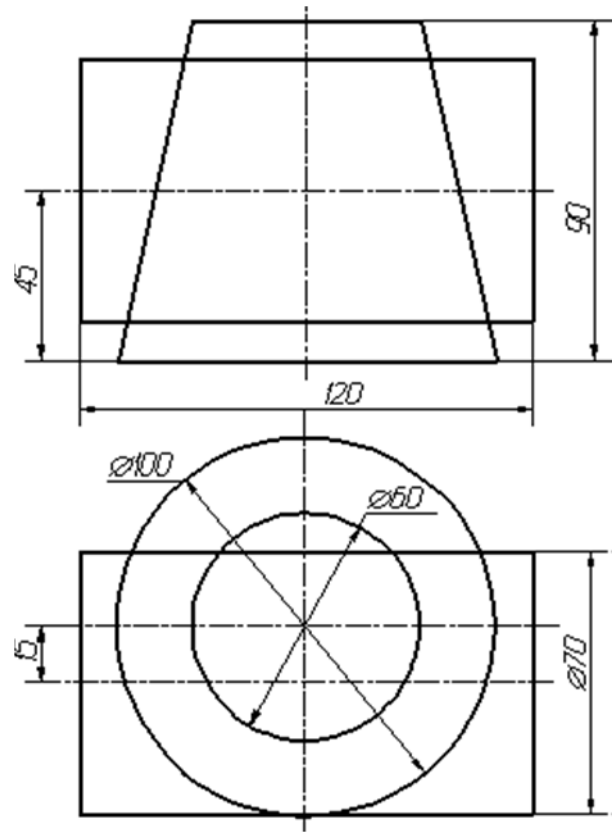
Вариант 20



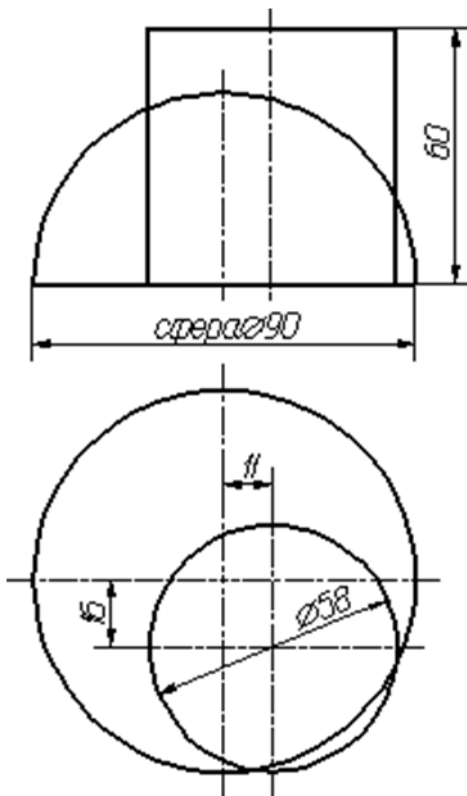
Вариант 21



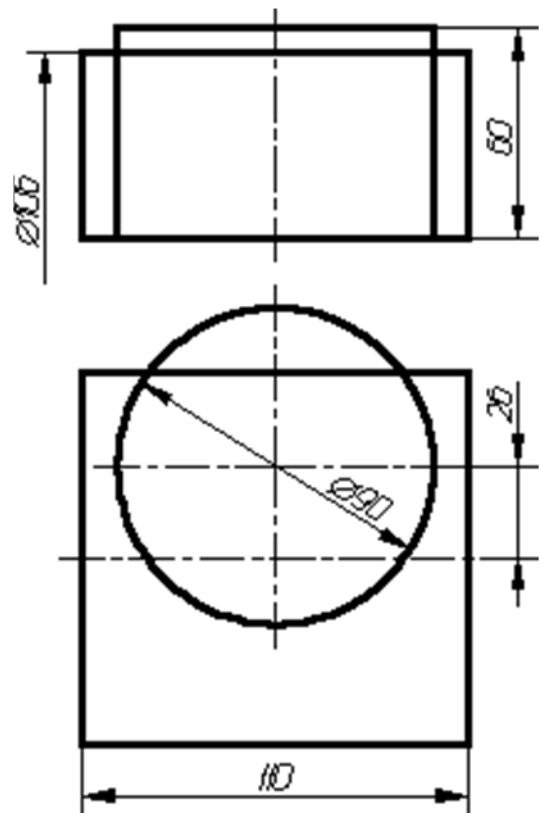
Вариант 22



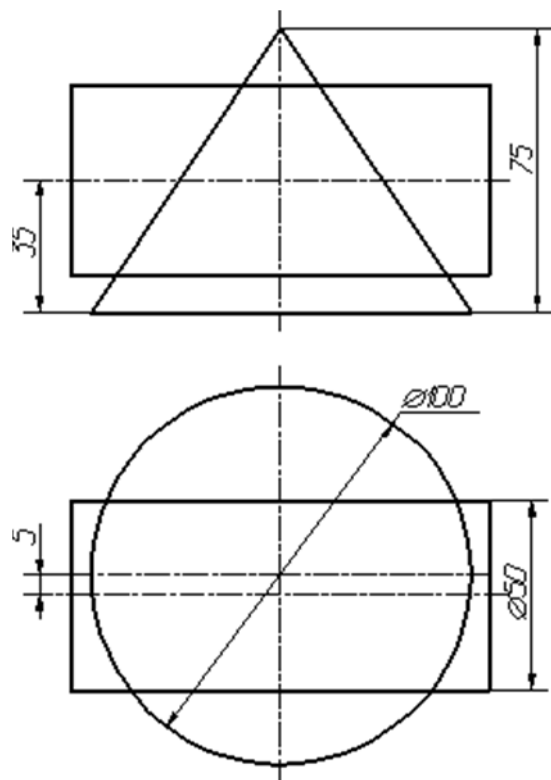
Вариант 23



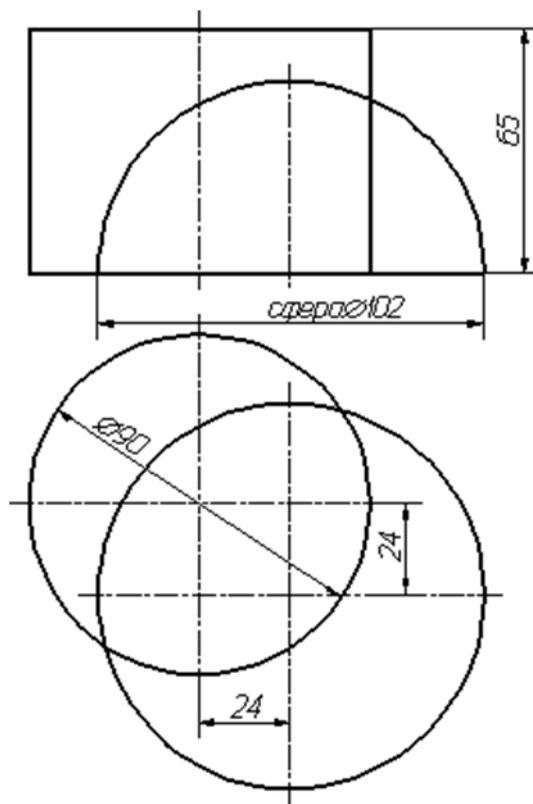
Вариант 24



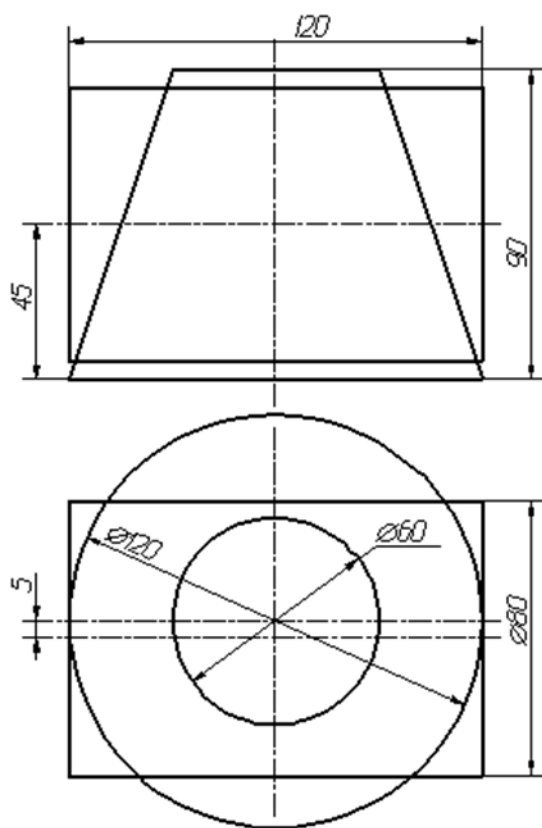
Варіант 25



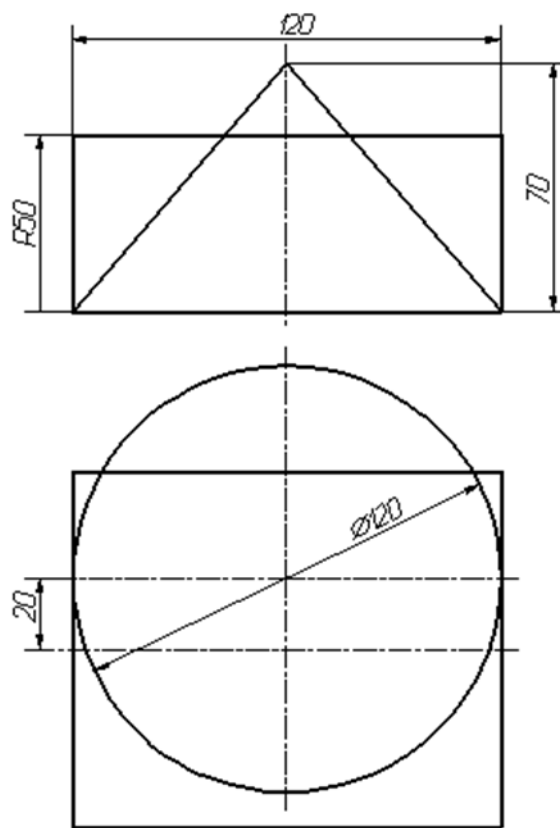
Варіант 26



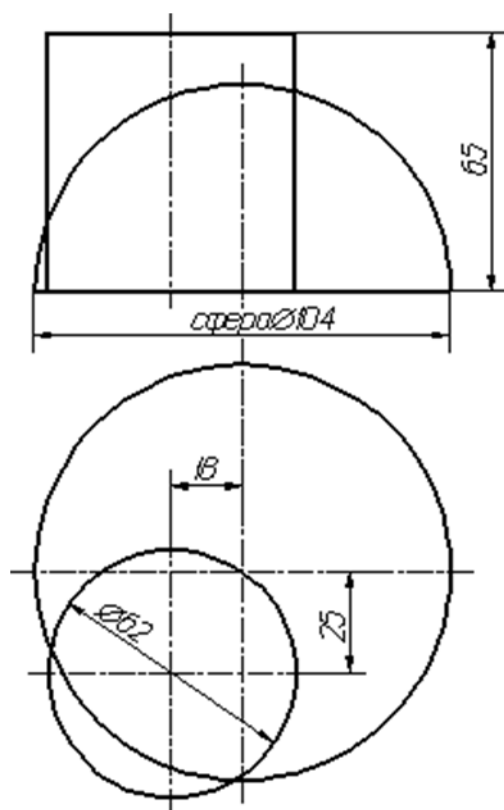
Варіант 27



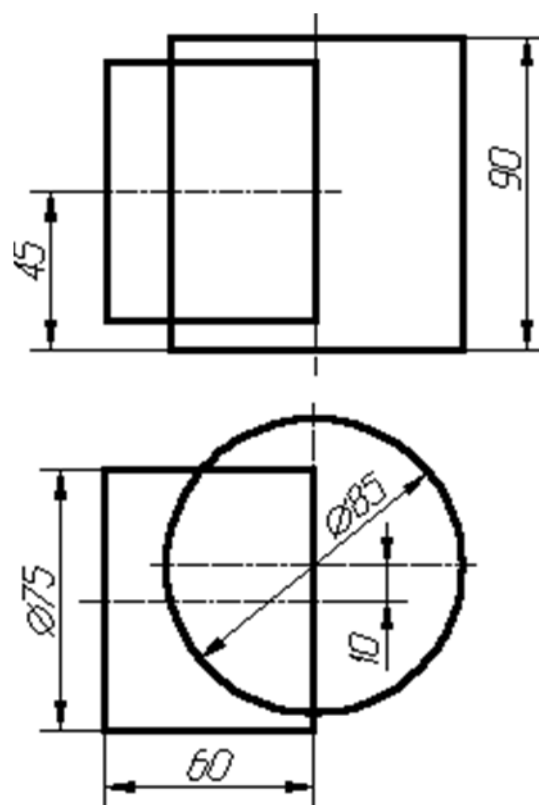
Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30



### 3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРОЕКЦІЙНОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ

#### 3.1 Вимоги до оформлення завдання «Проекційне креслення»

Завдання має назву «Проекційне креслення» і виконується на форматі А3 (297×210 мм) креслярського паперу (рис. 3.1), олівцем, за варіантом.

Завдання виконують у масштабі 1:1. ГОСТ 2.303-68 регламентує різні типи ліній (табл. 3.1), що використовуються при побудові креслень. Усі надписи на кресленнях виконують шрифтами за ГОСТ 2.304-81 (рис. 3.2 ).

Завдання виконують на форматі А3 (297×420 мм); формат розміщують горизонтально, він повинен мати рамку (рис. 3.3) та стандартний основний напис (ГОСТ 2.104-68), виконаний за формою 1 (рис. 3.4).

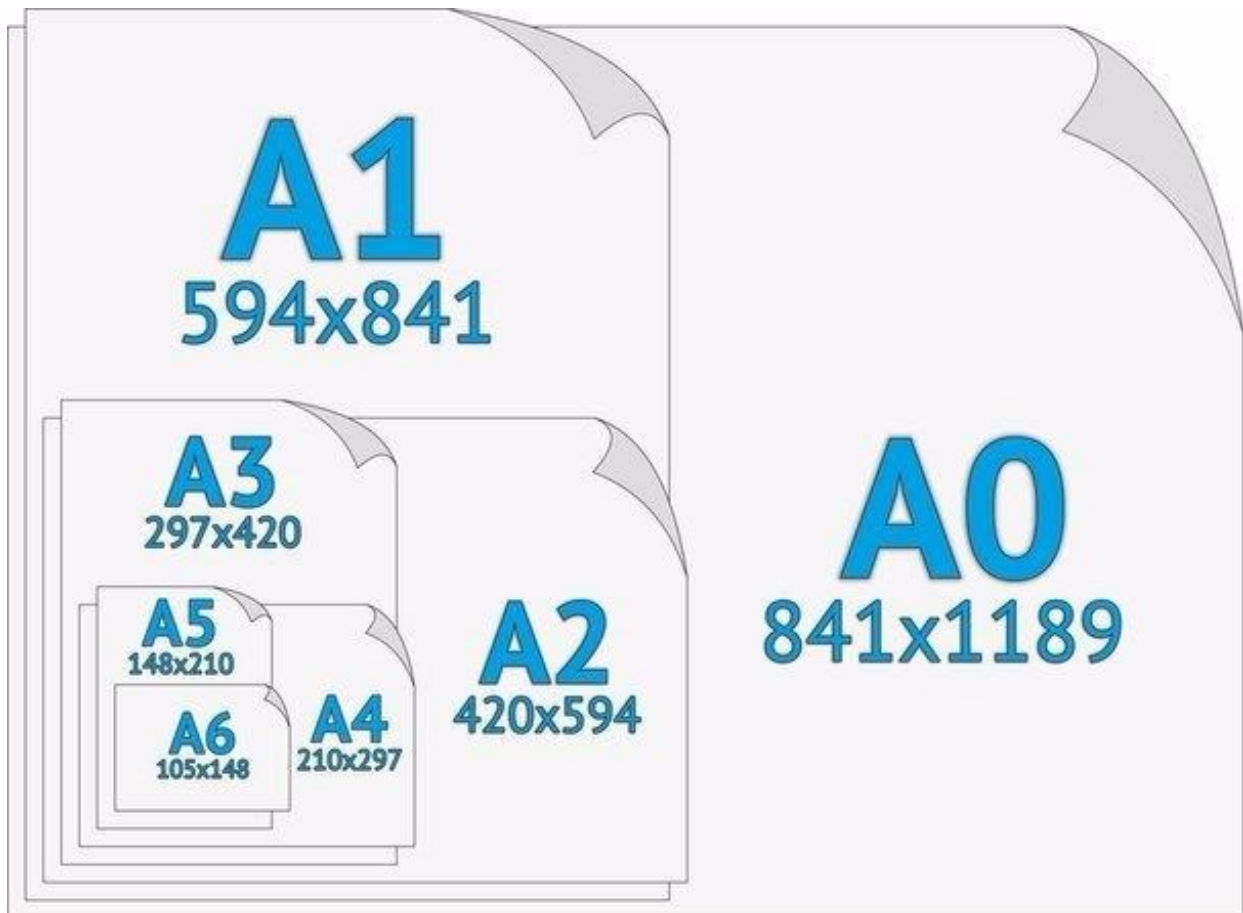


Рисунок 3.1 – Формати аркушів креслярського паперу



АБВГДЕЖЗИЙКЛ

МНОПРСТУФХЦЧ

ШЩЪЫЬЭЮЯІІЄ

абвгдежзийклм

нопрстуфхцчш

щъыьэюяіїє

1234567890

ПЮ„/№°%Φ√/ \*▷▷□

Рисунок 3.2 – Літери українського алфавіту

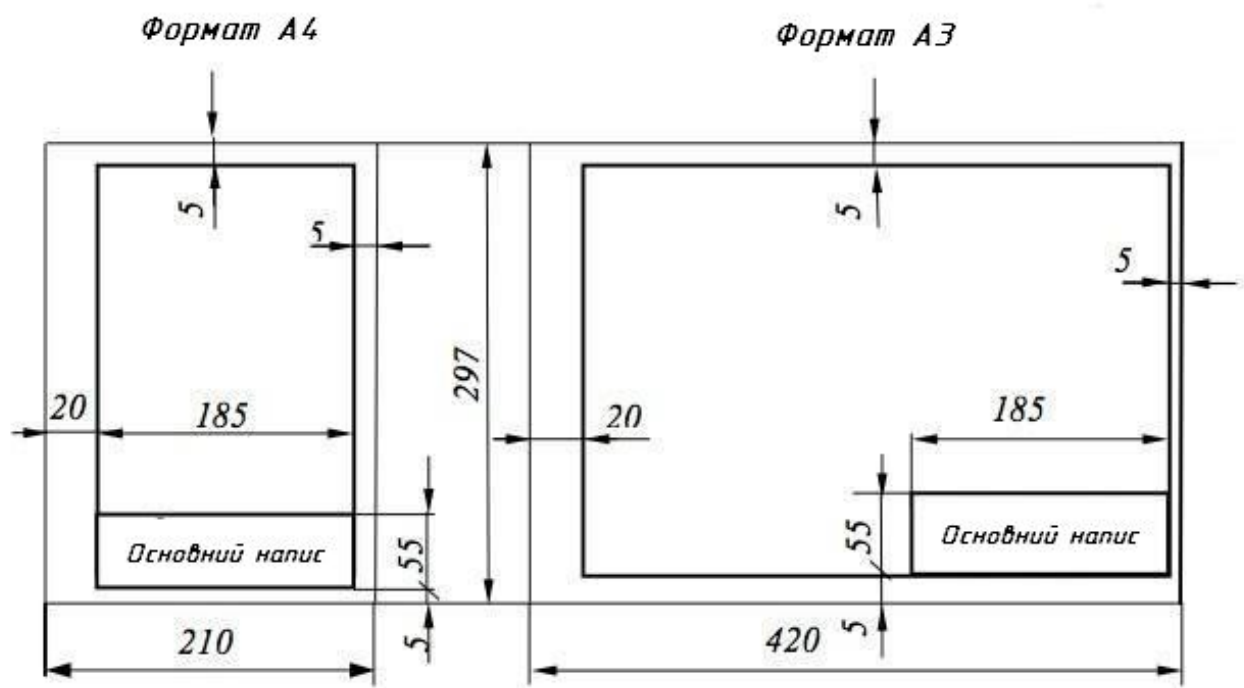


Рисунок 3.3 – Розміщення рамки та основного напису на аркушах паперу форматів А4 та А3

форма 1

форма 2

форма 2а

7	10	23	15	10	70	15	17	18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	11	12	13	4		5	6	
Проб.	10			Лист 7		Листов 8		
Н.контр.	20			9				
Чтв.								

7	10	23	15	10	70	15	17	18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	11	12	13	4		7	8	
Проб.	10			9				
Н.контр.								
Чтв.								

7	10	23	15	10	110	10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	2	Лист
Разраб.	11	12	13	7		
Проб.	10			8		
Н.контр.						
Чтв.						

Рисунок 3.4 – Основний напис

Основний напис за формою 1 використовується в кресленнях.

Основний напис за формою 2 використовується в специфікаціях та інших текстових документах, за формою 2а – наступні листи.

У графах основного напису вказують:

- у графі 1 – найменування виробу / креслення;
- у графі 2 – позначення документа;
- у графі 3 – позначення матеріалу;
- у графі 4 – літеру, присвоєну даному документу (У);
- у графі 5 – масу виробу;
- у графі 6 – масштаб;
- у графі 7 – порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного листа, цю графу не заповнюють);
- у графі 8 – загальна кількість аркушів документа;
- у графі 9 – найменування підприємства, що випускає документ;
- у графі 10 – вказуються: «Розробив», «Перевірів»;
- у графі 11 – прізвища осіб, які підписали документ;
- у графі 12 – підписи осіб, зазначених у графі 11;
- у графі 13 – дата.

Графа 2 заповнюється так (рис. 3.5.):



Рисунок 3.5 – Позначення в графі 2 основного напису

Таблиця 3.1 – Основні типи ліній

Найменування	Зображення	Товщина	Призначення
Суцільна основна		S (від 0,5 до 1,4 мм)	Лінії видимого контуру, лінії переходу видимі, лінії контуру перетину
Суцільна тонка		Від S/3 до S/2	Лінії контуру накладеного перетину, лінії розмірні і виносні, лі- нії штрихування, лінії-виноски, полки ліній-виносок
Суцільна хвиляста		Від S/3 до S/2	Лінії обриву, Лінії розмежування виду і розрізу
Штрихова		Від S/3 до S/2	Лінії невидимого контуру, лінії переходу видимі
Штрих-пунктирна		Від S/3 до S/2	Лінії осьові і центрові, лінії перетинів, є осями симетрії для наклад- дених або винесених пере- тинів
Штрих-пунктирна потовщена		Від S/2 до 2/3*S	Лінії, що позначають поверхні, що підлягають термообробці або покриттю
Розімкнена		Від S до 1,5S	Лінії перерізів
Суцільна тонка зі зломом		Від S/3 до S/2	Довгі лінії обриву

### 3.2 Вказівки до виконання завдання «Проекційне креслення»

Метою даної роботи є знайомство з правилами побудови зображень предметів на кресленнях згідно з ГОСТ 2.305-68.

Для побудови зображень користуються методом прямокутного проектування. Залежно від змісту, зображення поділяють на види, розрізи та перерізи.

Кількість їх на кресленні має бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про зображуваний предмет.

**Видом** називають зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. Види на основних площинах проекцій є основними.

Вони мають такі назви (рис. 3.6, 3.7): 1 – вид спереду (головний вид); 2 – вид зверху; 3 – вид зліва; 4 – вид справа; 5 – вид знизу; 6 – вид ззаду.

Якщо всі види розміщені на одному аркуші в безпосередньому проекційному зв'язку, то їх не надписують.

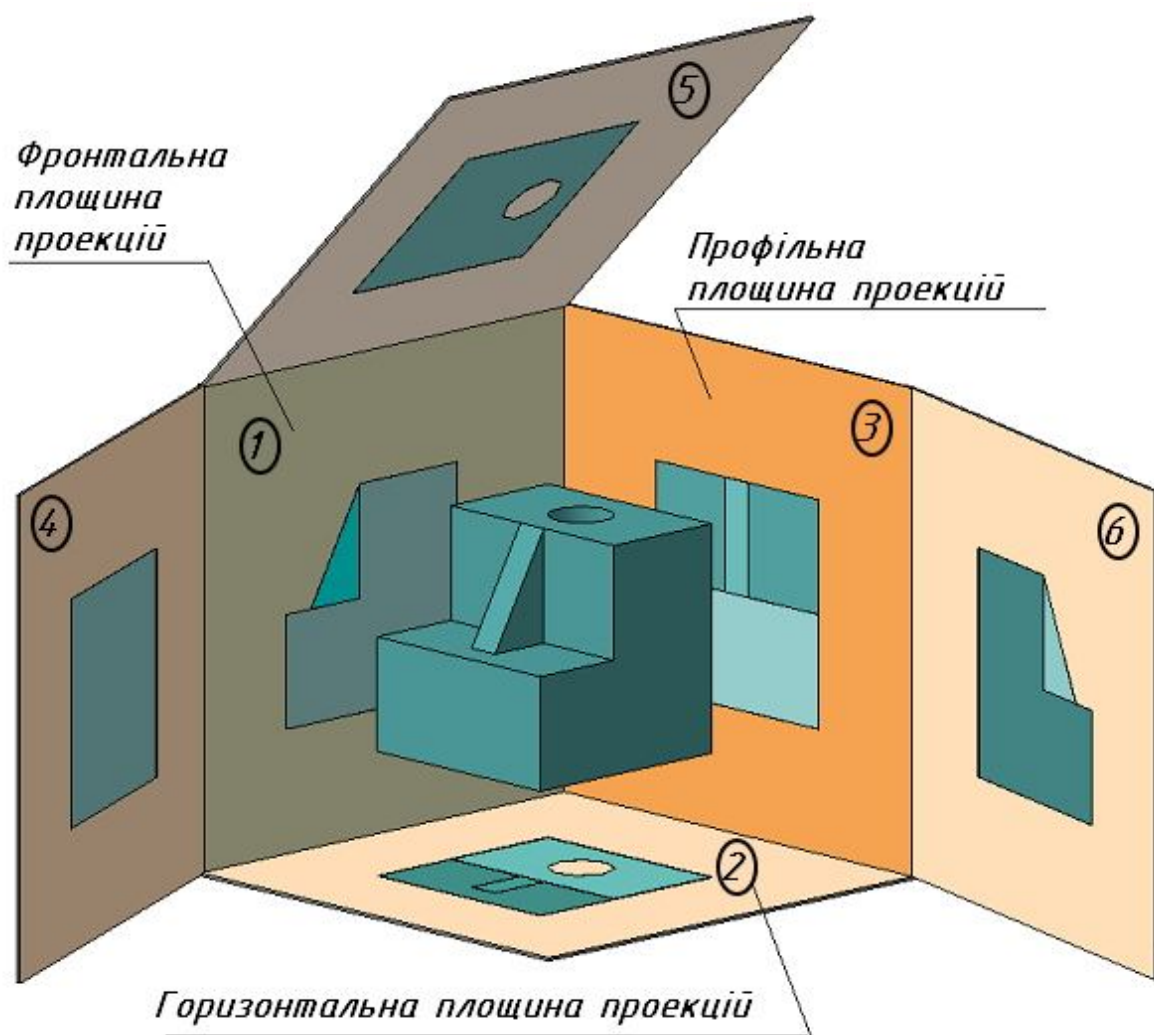


Рисунок 3.6 – Розгортка граней куба, які є площинами проекцій



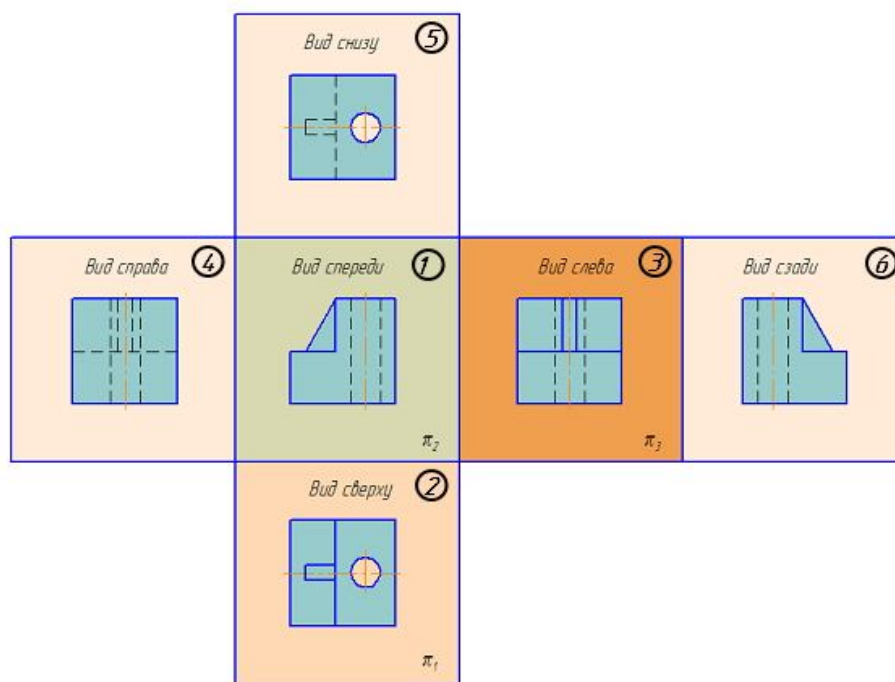


Рисунок 3.7 – Основні види та їх розташування на кресленні

Крім основних, розрізняють додаткові (рис. 3.8) та місцеві (рис. 3.9) види. Якщо деяку частину предмета не можна показати без спотворення форми та розмірів на жодному з основних видів, то застосовують додаткові види, які дістають на площинах, не паралельних основним площинам проекцій (рис. 20). Додатковий вигляд позначають стрілкою та літерою. Якщо додатковий вид розміщено в безпосередньому зв'язку з відповідним зображенням, то стрілку й надпис над видом не наносять (рис. 21).

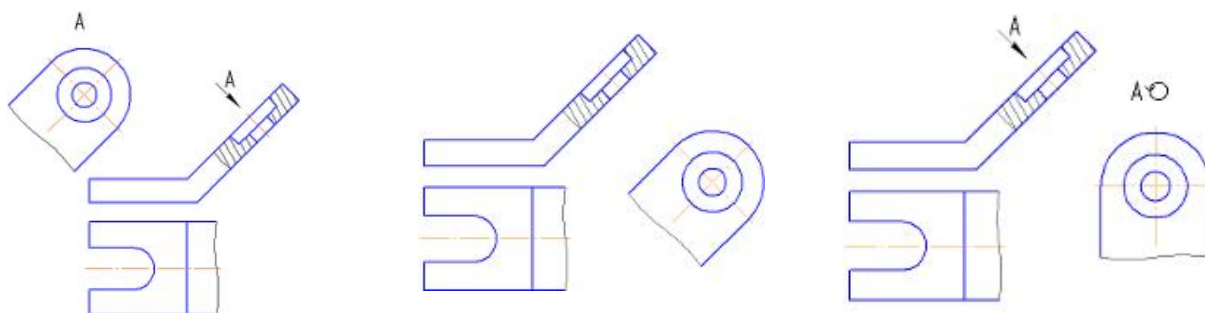


Рисунок 3.8 – Додаткові види

Зображення окремої обмеженої частини поверхні предмета називають місцевим видом. Він може обмежуватися хвилястою лінією обриву (рис. 3.9).

Місцевий вид позначають на рисунку так само, як і додаткові види.

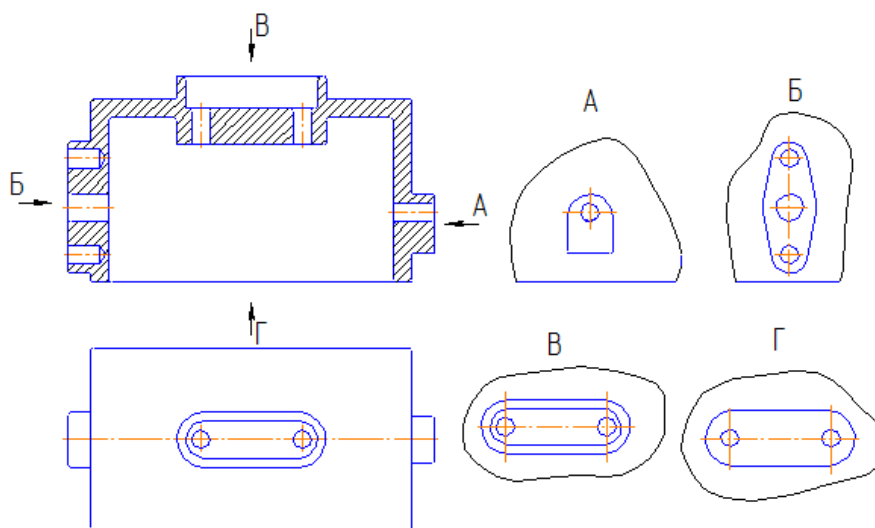


Рисунок 3.9 – Місцеві види

**Розріз** – це зображення предмета, який умовно перетнуто однією площиною або кількома. При цьому на розрізі зображують те, що розміщено в січних площинах та за ними (рис. 3.10).

**Переріз** – це зображення плоскої фігури, що утворюється при умовному перетині предмета однією площиною або кількома. При цьому зображується тільки те, що розміщено в січних площинах (рис. 3.10).

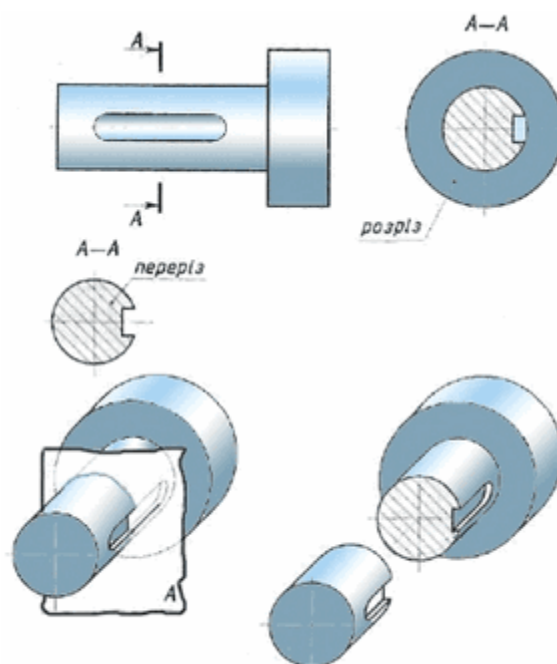


Рисунок 3.10 – Розріз та переріз

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяють на:

- а) горизонтальні – січна площина горизонтальна (рис. 3.11);
- б) вертикальні – січна площина вертикальна (фронтальні та профільні) (рис. 3.12, 3.13);
- в) похилі – січна площина утворює з горизонтальною кут, що відрізняється від прямого.

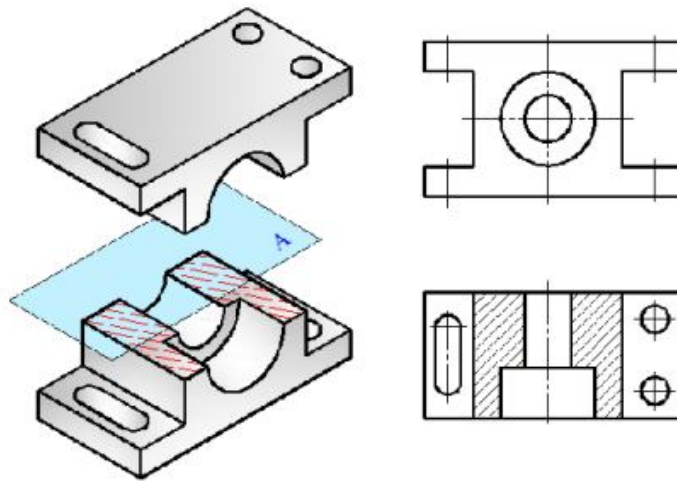


Рисунок 3.11 – Горизонтальний переріз

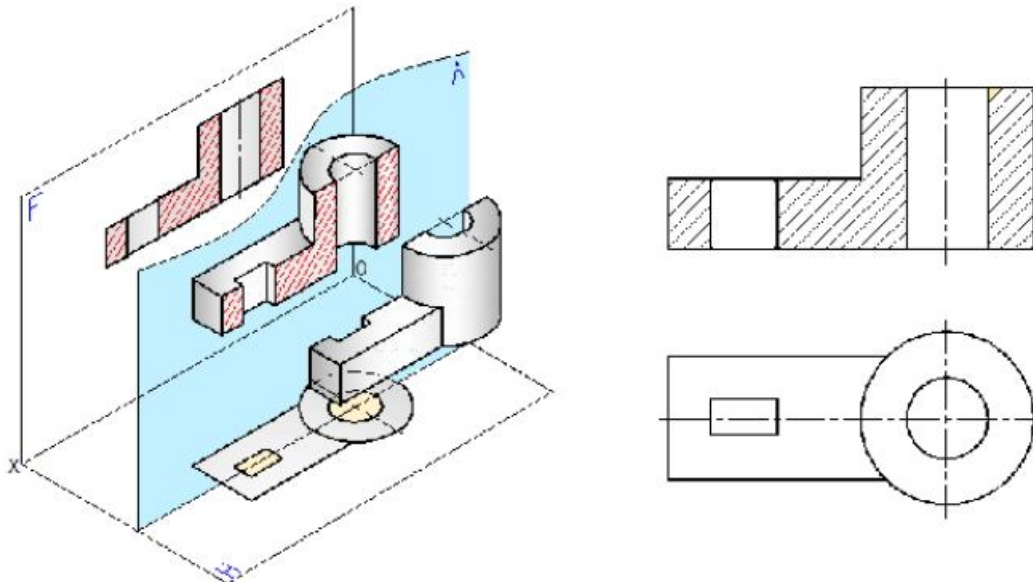


Рисунок 3.12 – Фронтальний розріз



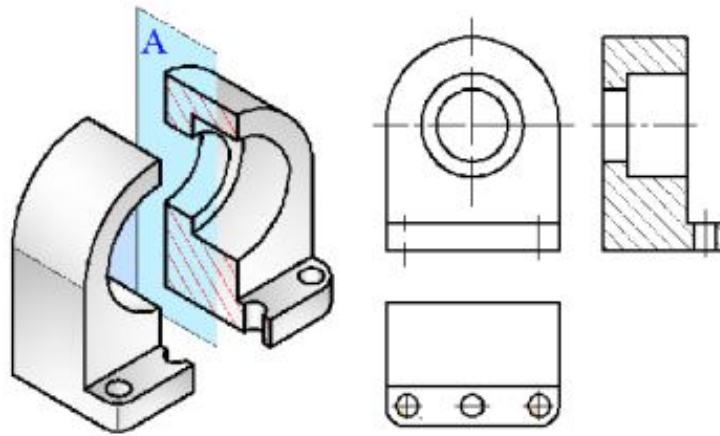


Рисунок 3.13 – Профільний розріз

Залежно від положення січної площини відносно предмета розрізи поділяються на:

- а) повздовжні – січна площина розміщена вздовж предмета;
- б) поперечні – січна площина розміщена упоперек предмета.

Залежно від кількості січних площин розрізи бувають:

- а) прості – при одній січній площині;
- б) складні – при двох і більше січних площинах.

Складні розрізи бувають: східчасті (рис. 3.14) та ламані (рис. 3.15).

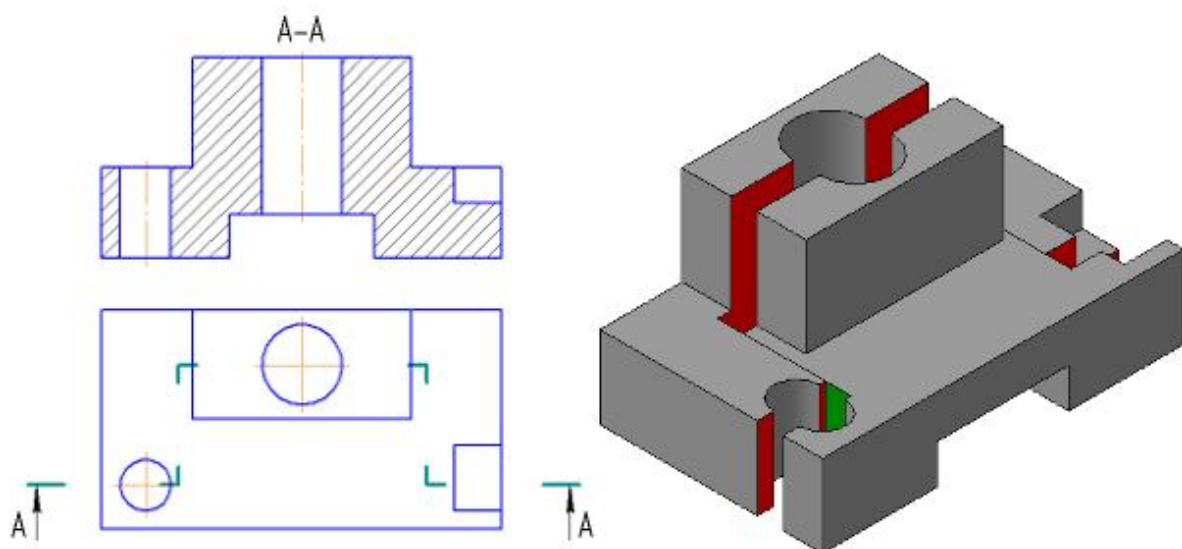


Рисунок 3.14 – Складний східчастий розріз

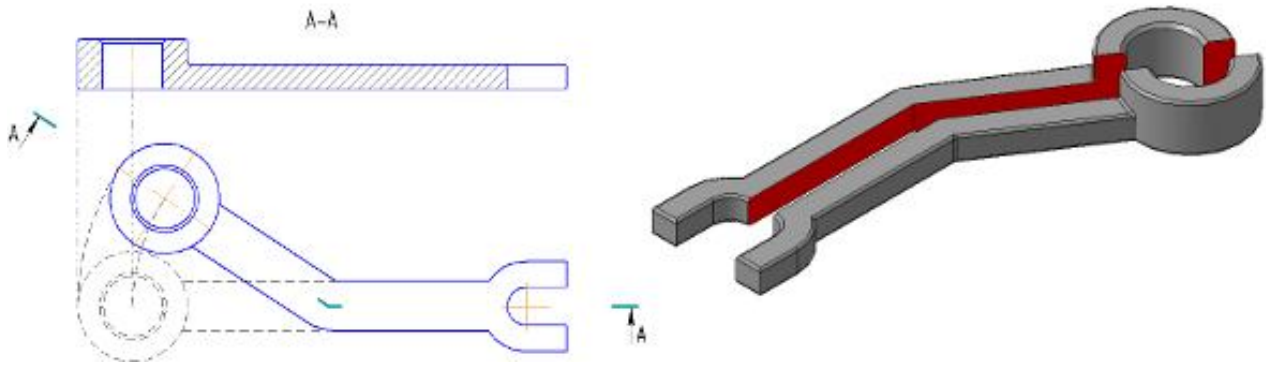


Рисунок 3.15 – Складний ламаний розріз

Позначення розрізу містить три елементи:

1. Позначення положення січної площини розімкненою лінією (лінія перетину), початковий і кінцевий штрихи якої не повинні перетинати контур відповідного зображення. При складних розрізах штрихи проводять також у місцях перетину січних площин.

2. Позначення стрілкою напрямку зору на початковому та кінцевому штрихах на відстані 2–3 мм від кінця штриха. На початку та в кінці лінії перетину, а якщо треба, то й у місцях перетину січних площин, ставлять вертикально одну й ту саму літеру українського алфавіту з боку зовнішнього кута.

3. Надпис розрізу безпосередньо над його зображенням за типом А–А без підкреслення. Якщо січна площина збігається з площиною симетрії предмета в цілому, а відповідні зображення розміщені на місці основного вигляду на одному й тому самому аркуші в безпосередньому проекційному зв'язку та не відокремлені іншими зображеннями, то для горизонтальних, фронтальних та профільних розрізів не показують положення січної площини, а сам розріз написом не супроводжують.

Частину виду та частину розрізу можна сполучати, розділяючи їх хвилястою лінією. Якщо при цьому сполучаються половина вигляду та половина розрізу, кожен з яких має одну й ту саму вісь симетрії, то лінією, що їх розділяє, є вісь симетрії (рис. 3.16), крім випадку, коли вісь збігається з лінією видимого контуру.

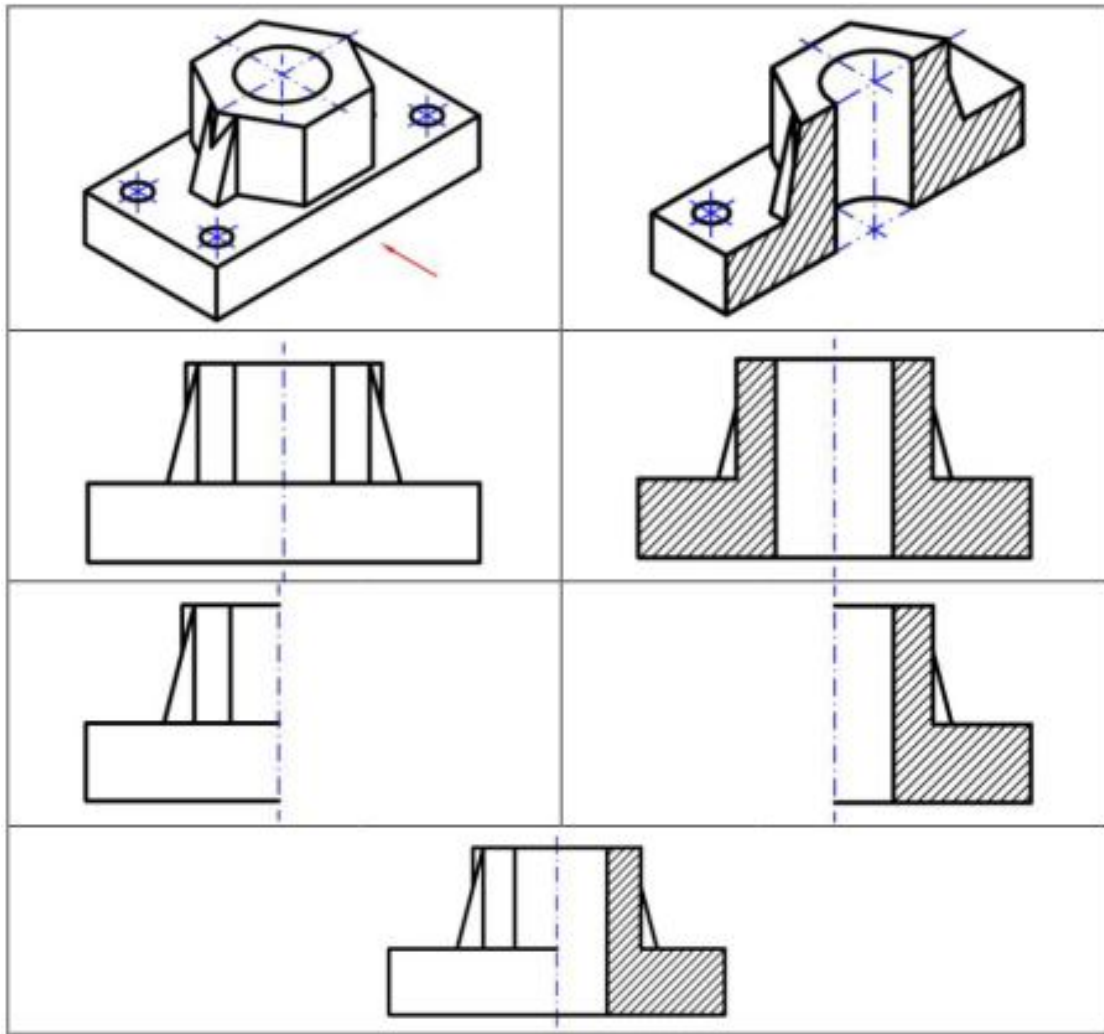


Рисунок 3.16 – З'єднання половини виду з половиною розрізу

При виконанні зображень симетричних деталей, що містять з'єднання половини виду з половиною розрізу, необхідно дотримуватися таких правил:

1. Розріз на кресленні розташовують праворуч від осі симетрії (рис. 3.16).
2. На половині виду внутрішня форма предмета не відображається (рис. 3.17).
3. Розмірні лінії, які стосуються елементам деталей, які представлені на кресленні половиною виду або половиною розрізу, проводять за осі і обмежують стрілкою з одного боку. Розмір вказують повний.

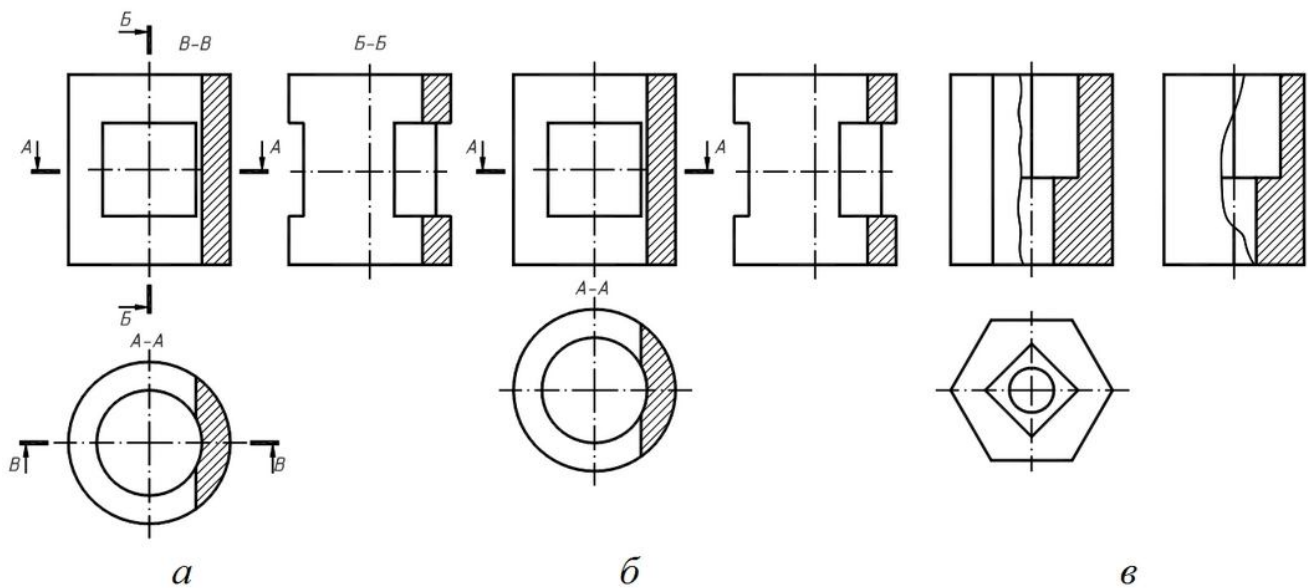


Рисунок 3.17 – Приклади з'єднання половини виду з половиною розрізу

Перерізи, що не входять до складу розрізів, поділяють на:

а) винесені, тобто такі, що виконані окремо від основного зображення (рис. 3.18 а);

б) накладні, тобто такі, що розміщені на самому зображенні предмета (рис. 3.18 б, 3.19). Такі перерізи обводять тонкою суцільною лінією.

Винесені перерізи є переважними, їх можна розміщувати в розриві між частинами одного й того самого виду (рис. 3.19).



Рисунок 3.18 – Винесений (а) та накладений (б) перерізи

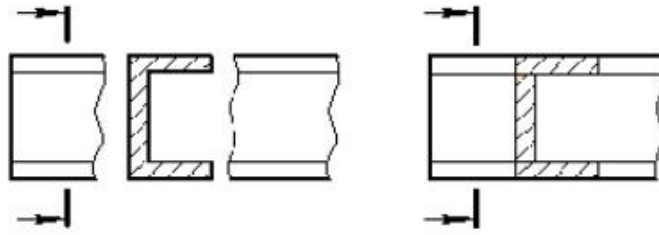


Рисунок 3.19 – Переріз, розташований в розриві виду та накладений переріз

Для симетричного винесеного або накладеного перерізу літерні позначення та лінії перетину не наносять, обмежуючись проведенням осі симетрії.

У решті випадків для позначення лінії перетину проводять розімкнену лінію та показують стрілками напрям зору, позначаючи їх однаковими великими літерами українського алфавіту. На місці зображення перерізу його надписують за типом А–А, не підкреслюючи.

### 3.3 Побудова аксонометричних проєкцій

Аксонометрична проєкція (чи аксонометрія) являє собою один з методів побудови наочних зображень на одній площині.

Одна аксонометрична проєкція не цілком визначає положення геометричного елемента в просторі (тобто не має властивість оборотності). Щоб аксонометричне креслення стало оборотним, необхідно крім аксонометричної проєкції геометричного елемента задати хоча б одну його вторинну проєкцію. Наприклад, на рисунку 3.20 положення прямої АВ у просторі невизначене, а пряма CD (рис. 3.20) розташована паралельно до фронтальної площини проєкцій  $C_1D_1'$ .

В основі побудови аксонометричних проєкцій лежить координатний метод. На рисунку 3.21 показана побудова аксонометричної проєкції точки А по її вторинним горизонтальній (рис. 3.21 а) та фронтальній (рис. 3.21 б) проєкціям.

### 3.4 Стандартні аксонометричні проєкції, використовувані при виконанні завдання

#### 3.4.1 Прямокутна диметрія

Положення аксонометричних осей приведені на рисунку 3.22 а, їх побудова без транспортира показано на рисунку 3.22 б. Показник спотворення по осі  $Y$  дорівнює 0,47, а по осях  $X$  і  $Z$  – 0,94. Диметричну проєкцію, як правило, виконують без спотворення по осях  $X$  і  $Z$  з коефіцієнтом спотворення 0.5 по осі  $Y$ , тобто користуються приведеним коефіцієнтом спотворення.

Тоді зображення виходить збільшеним у 1,06 рази ( $\frac{1}{0,94} = \frac{0,5}{0,47} = 1,06$ ),

тобто аксонометричний масштаб для прямокутної диметрії буде  $M^A = 1,06:1$ . Окружності, що лежать у площинах, паралельних до площин проєкцій, проєктуються на аксонометричні площини проєкцій в еліпси (рис. 3.23). Окружності діаметра  $d$  лежачі в площинах  $XOY$  і  $YOZ$ , проєктуються в рівні еліпси, велика вісь яких  $2a = 1,06d$ , а мала –  $2b = 0,35d$ , якщо користуватися приведеними коефіцієнтами спотворення. Окружність, розташована в площині  $XOZ$ , проєктуються в еліпс з осями: велика вісь  $2a = 1,06d$ , мала вісь  $2b = 0,95d$ . Діаметри окружності, що паралельні до координатних осей, спроектовуються у відрізки, паралельні до аксонометричних осей диметрії:  $\ell^1 = \ell^3 = d$ ;  $\ell^2 = 0,5d$ , при цьому  $\ell^1 \parallel OX$ ;  $\ell^2 \parallel OY$ ;  $\ell^3 \parallel OZ$ .

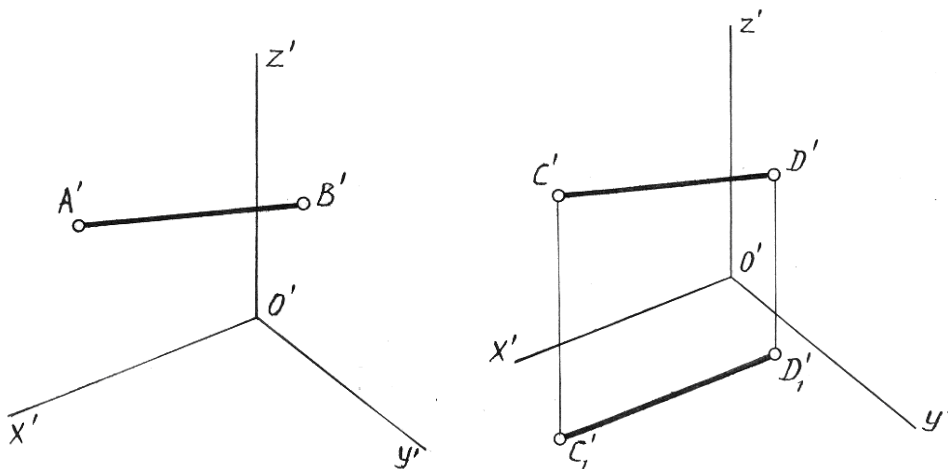


Рисунок 3.20 – Аксонометричні проєкції прямих  $AB$  та  $CD$

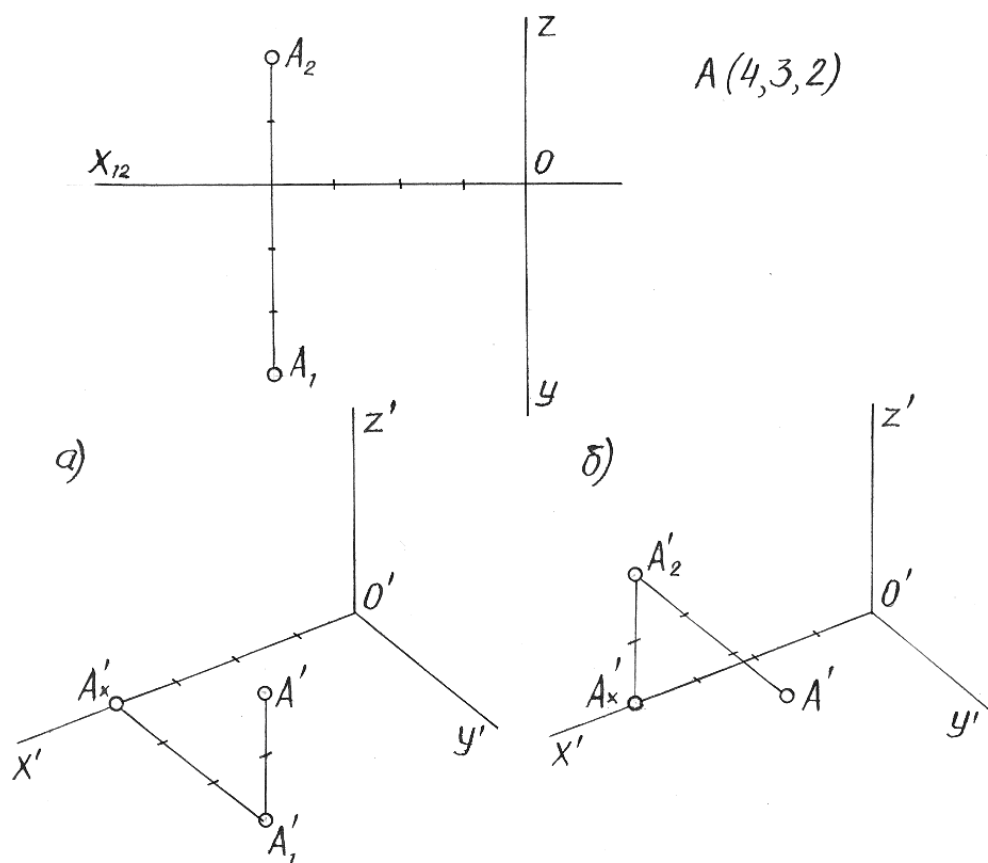


Рисунок 3.21 – Побудова аксонометричної проекції точки А

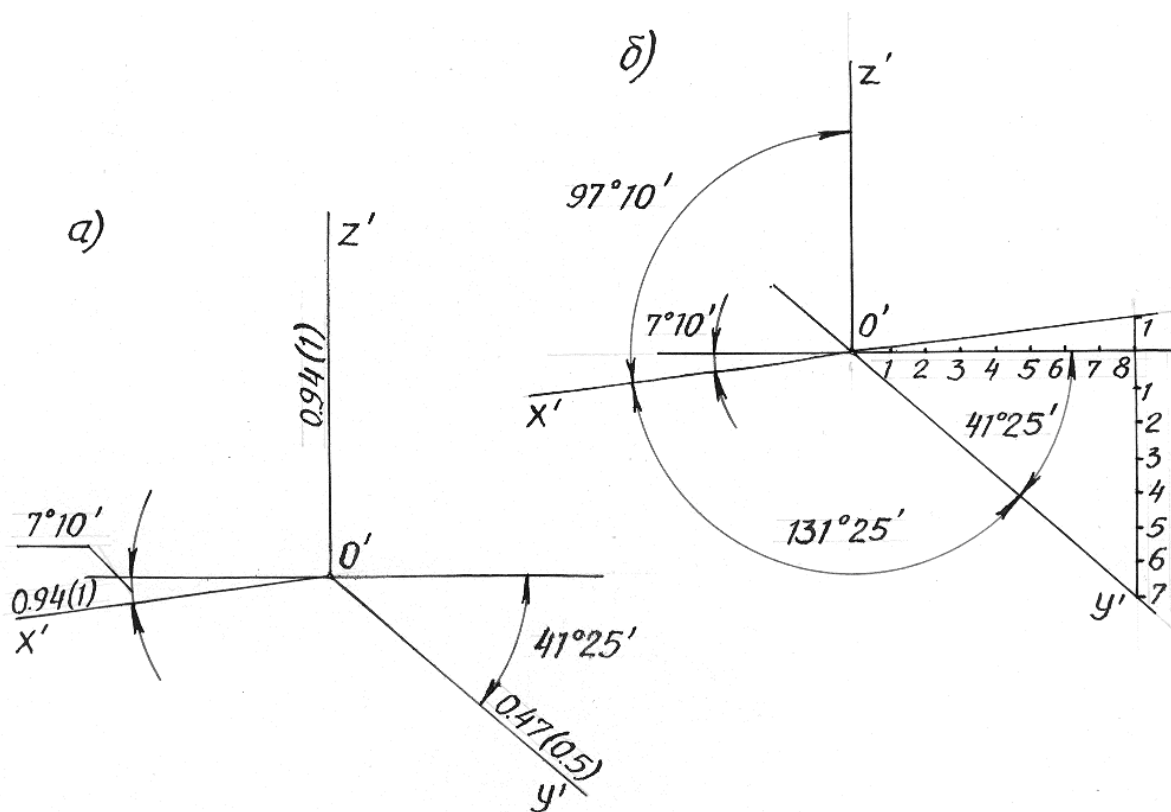


Рисунок 3.22 – Положення аксонометричних осей диметрії



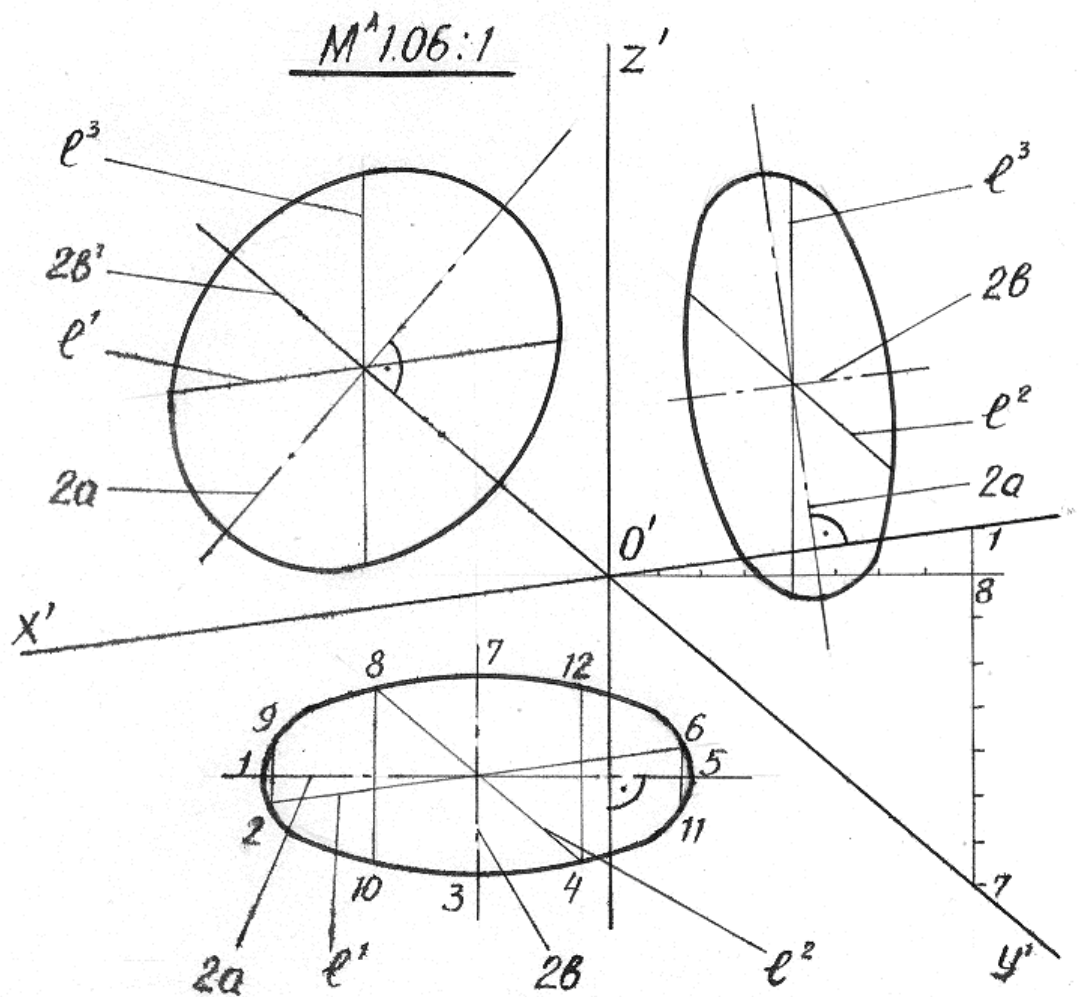


Рисунок 3.23 – Побудова окружностей в диметрії

Можна побудувати крім зазначених точок ще чотири точки, симетричні точкам, що обмежують проекції діаметрів, паралельних до координатних осей. Тоді еліпс, як диметрію окружності, можна побудувати по його дванадцятьох точках.

На рисунку 3.24 зображена побудова в приведених коефіцієнтах спотворення диметрії піраміди по вторинній фронтальній проекції. Для перебування будь-якої точки на поверхні піраміди проводимо через неї допоміжну пряму (подальші побудови зрозуміли з креслення).



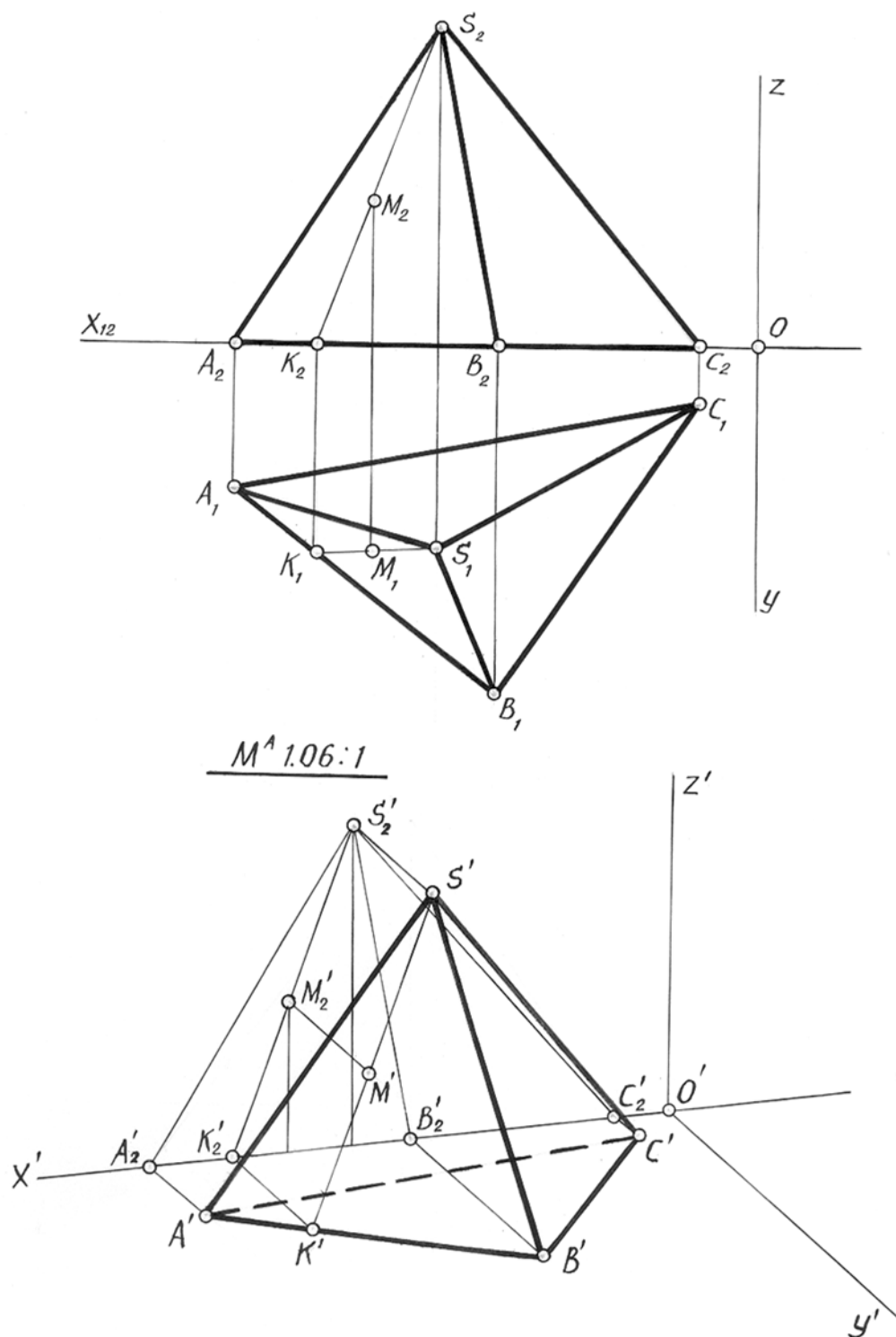


Рисунок 3.24 – Диметрія піраміди

### 3.4.2 Прямокутна ізометрія

Положення аксонометричних осей наведено на рисунку 3.25 б, а їхня побудова за допомогою циркуля показана на рисунку 3.25 а. Практично ізометричну проекцію будують без спотворення по осях проекцій, тобто користуються

приведеними коефіцієнтами спотворення, що по всіх осях дорівнюють одиниці. Тоді зображення в ізометрії виходить збільшеним у 1,22 рази ( $\frac{1}{0,82} = 1,22$ ), тобто аксонометричний масштаб для прямокутної ізометрії буде  $M^A = 1,22 : 1$ .

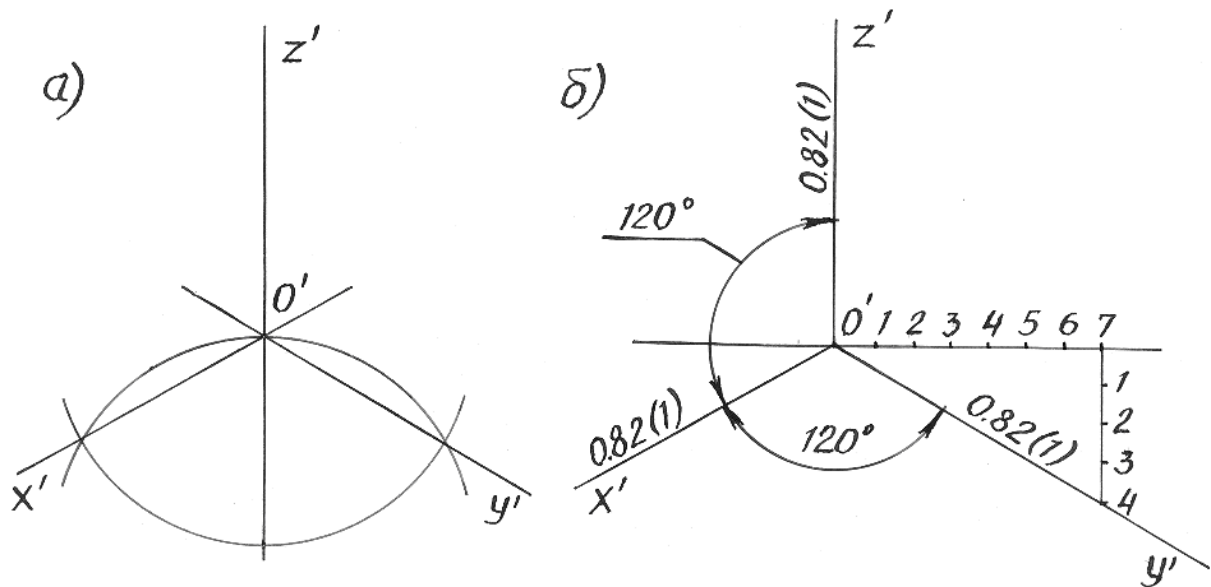


Рисунок 3.25 – Положення аксонометричних осей ізометрії

Окружності, що лежать у площинах, паралельних до площин проєкцій, проєктуються на аксонометричні площини проєкцій в еліпси. Розміри осей еліпсів при використанні приведених коефіцієнтів спотворення рівні: велика вісь  $2a = 1,22d$ , мала вісь  $2b = 0,71d$ , де  $d$  – діаметр зображуваної окружності.

Діаметри окружності, паралельні до координатних осей, проєктуються відрізками, паралельними до ізометричних осей, і зображуються рівними діаметру окружності:  $\ell^1 \ell^2 = \ell^3 = d$ , при цьому  $\ell^1 \parallel OX$ ;  $\ell^2 \parallel OY$ ;  $\ell^3 \parallel OZ$ .

Еліпс, як ізометрію окружності, можна побудувати по восьми точках, що обмежують його велику і малу осі і проєкції діаметрів, паралельних до координатних осей (рис. 3.26).

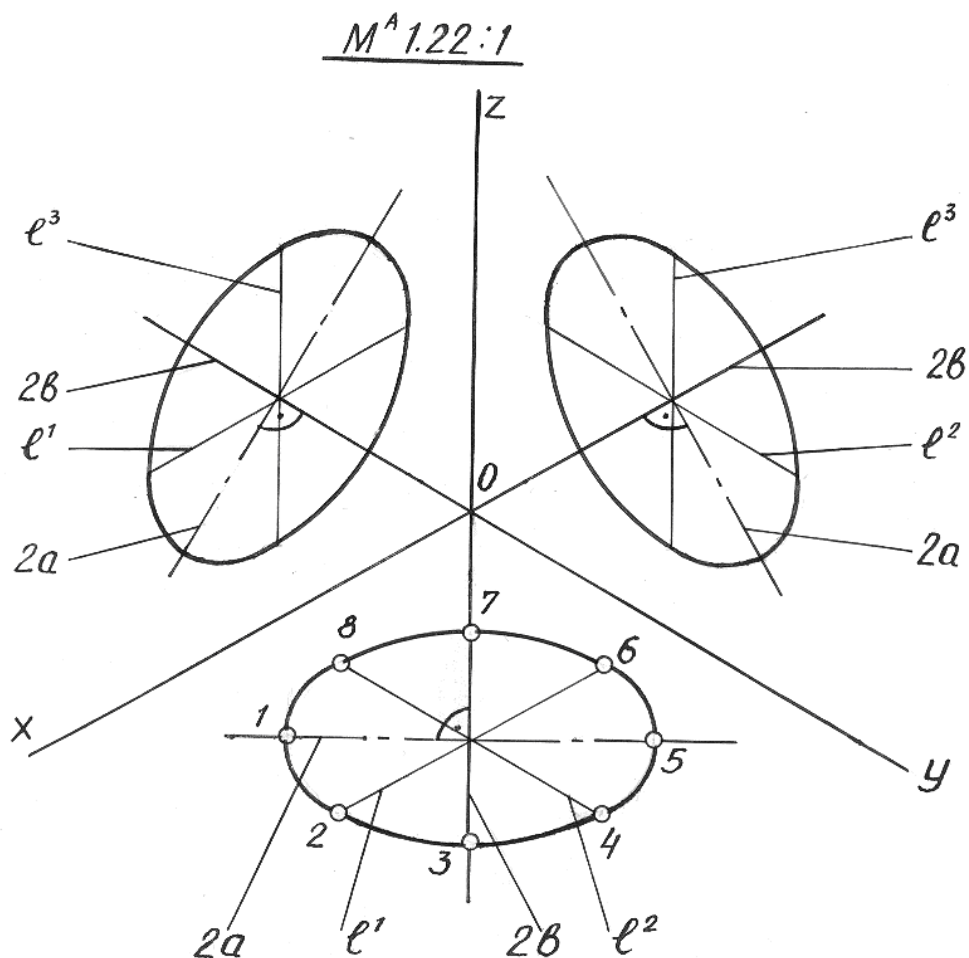


Рисунок 3.26 – Побудова окружностей в ізометрії

### 3.4.3 Приклади побудови ізометричної проекції деяких поверхонь

На рисунку 3.27 зображений конус, перерізаний площиною, що є фронтально-проектуючою  $\Sigma$ , яку можна розглядати як грань поверхні будь-якого багатогранника. У перетині виходить еліпс з великою (1–2) та малою (3–4) осями. Для побудови горизонтальної проекції цього еліпса використовуємо допоміжні площини  $\Delta$  і  $\Gamma$ . Побудову аксонометрії зробимо в приведених коефіцієнтах спотворення по вторинній горизонтальній проекції. Будуємо аксонометричну проекцію основи конуса і його вершини, і з точки  $S'$  проводимо дотичні до еліпса в точках  $K'$  і  $L'$  – це твірні нариса конуса в аксонометрії, а  $S'_1L'_1$  і  $K'_1S'_1$  – їхні вторинні горизонтальні проекції. Далі, будуємо вторинну горизонтальну

проекцію лінії перетину. Точки перетину вторинних проекцій нарисових твірних і лінії перетину точки  $N'_1$  і  $M'_1$  – дають можливість побудувати точки  $N'$  і  $M'$ , що є точками перехідної видимості для лінії перетину в ізометрії.

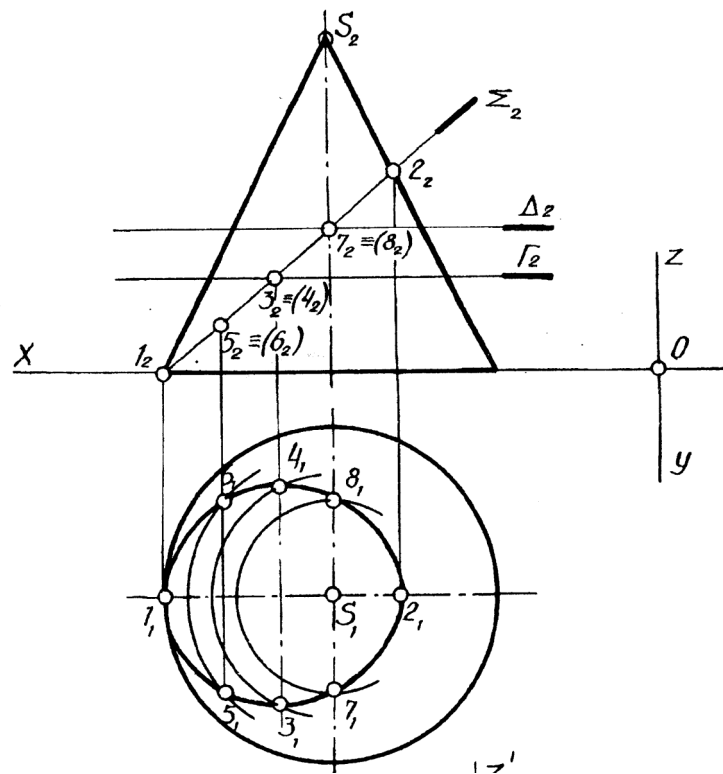


Рисунок 3.27 – Конус

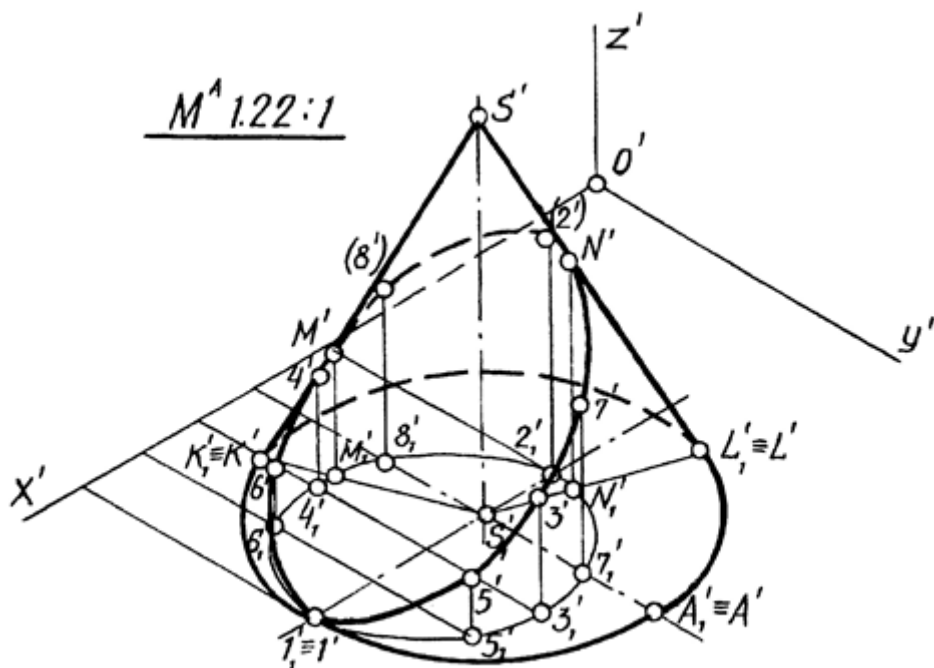


Рисунок 3.28 – Ізометрія конуса

Аксонетрична проекція будь-якої точки лінії перетину може бути побудована двома способами : чи за допомогою вторинної проекції самої точки (з якої на вертикальній прямій відкладаємо висоти з фронтальної проекції) чи за допомогою вторинної проекції твірної, що проходить через точку (див. рис. 3.28, побудова точки  $7'$  за допомогою твірної  $SA$ ). Другий спосіб є більш точним.

На рисунку 3.29 наведено приклад побудови аксонетричної проекції шестигранної призми.

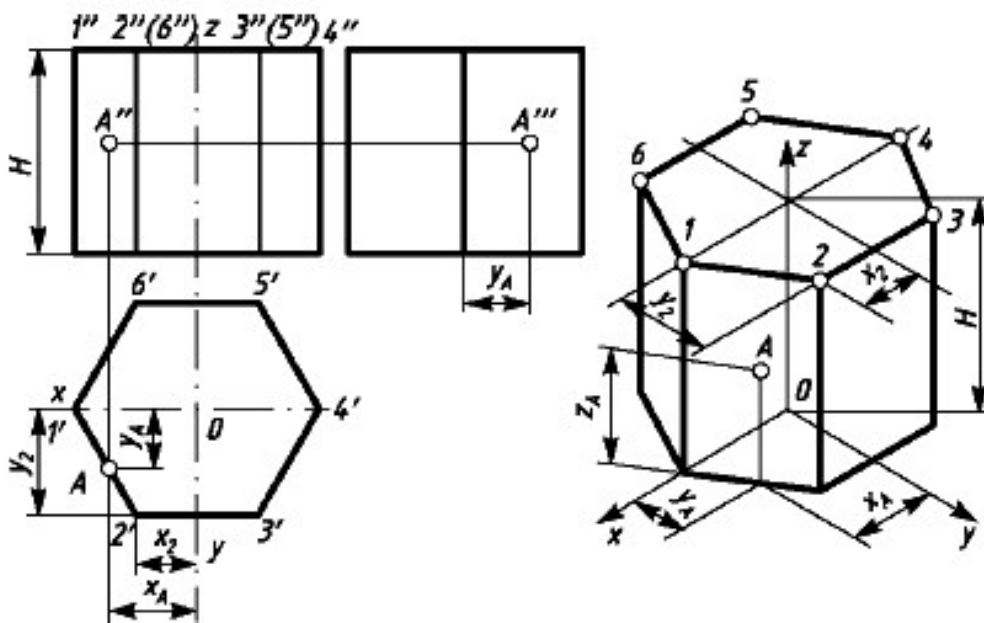


Рисунок 3.29 – Приклад побудови аксонетричної проекції шестигранної призми та точки  $A$ , що належить цій поверхні

### 3.5 Приклад завдання «Проекційне креслення»

#### Вихідні дані:

Виконати кресленик деталі з натури (рис. 3.30). Побудувати три види та аксонометрію заданої фігури, проставити розміри. Оформити кресленик згідно вимог виконання технічних креслень.

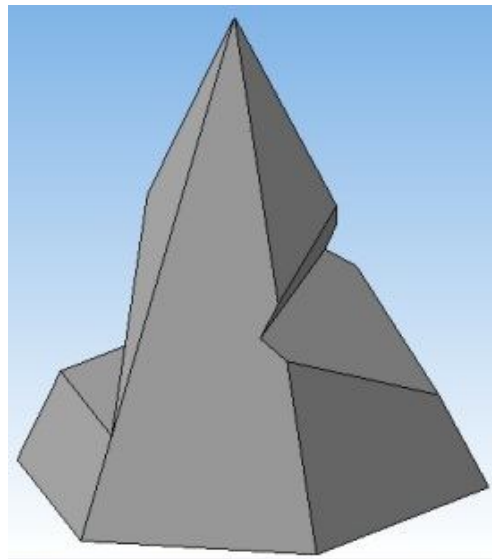


Рисунок 3.30 – Деталь

Завдання виконується на форматі А3 креслярського паперу, олівцем, у масштабі 1:1. Оформлюється згідно ГОСТ 2.301-68, 2.303-68, 2.304-81, 2.305-68, 2.307-68. Приклад виконаного і оформленого завдання дивись на рисунку 3.31.

Послідовність виконання завдання містить дві стадії: підготовчу та основну. Підготовча стадія – це ознайомлення з деталлю, її конструктивними особливостями. Після цього визначають головний вид, який розміщують на фронтальній площині проекцій.

Основну стадію виконують у такій послідовності:

1. На форматі А3 креслярського паперу виконують рамку і основний напис.
2. На полі рисунка наносять габаритні прямокутники для основних зображень, осі симетрії, осьові та центрові лінії для отворів і елементів поверхонь обертання за наявності.
3. Тонкими лініями наносять контури основних зображень. Основою побудови зображень є зображення геометричних елементів зовнішніх форм деталі.

4. Виконують вирізи. Лінії видимого контуру наводять суцільною товстою основною лінією, лінії невидимого контуру видаляють.

5. Проводять виносні, розмірні лінії. Розміри наносять у такій послідовності: габаритні, положення елементів деталі, форми елементів, решта розмірів.

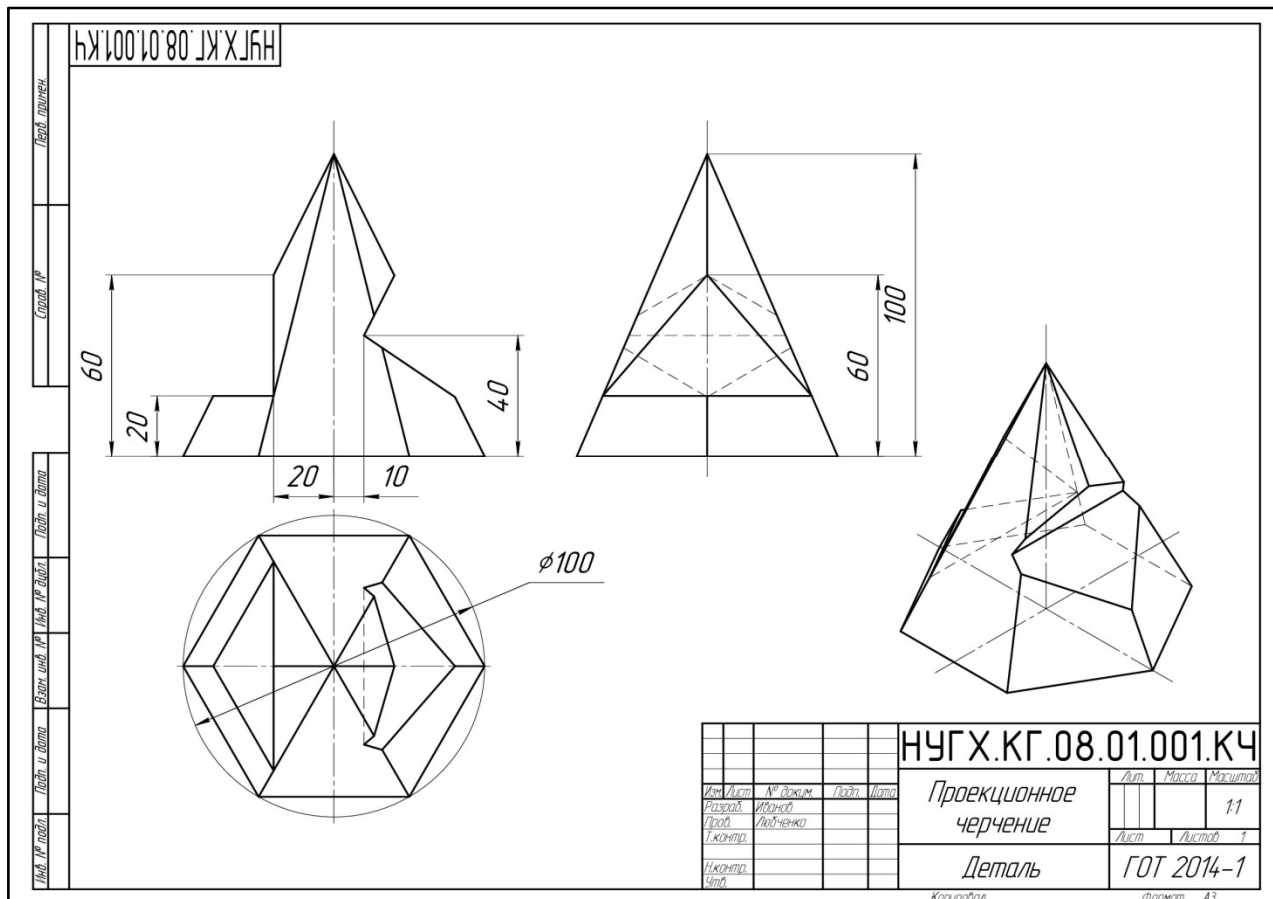


Рисунок 3.31 – Приклад завдання «Проекційне креслення»

## 4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ «КОМП'ЮТЕРНЕ 3-D МОДЕЛЮВАННЯ ДЕТАЛІ»

Вихідними даними для виконання завдання є дерев'яна модель геометричної фігури. Необхідно побудувати її 3D модель в системі КОМПАС-3D і за моделлю побудувати креслення.

### 4.1 Основні елементи інтерфейсу програми КОМПАС-3D

На панелі управління, розташованій під рядком меню, розміщені кнопки, що дозволяють звертатися до найбільш часто використовуваних команд (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Панель управління

Більшу частину головного вікна займає **Вікно документа**, в якому розміщується зображення відкритої деталі, в ньому виконуються всі операції з побудови та редагування моделі.

У **Дереві побудови**, розташованому в лівому верхньому куті **Вікна документа** подається послідовність операцій формування моделі і відображаються: найменування деталі, площини, в яких будуються ескізи для формування елементів деталі, символ початку координат та ескізи (рис. 4.2).



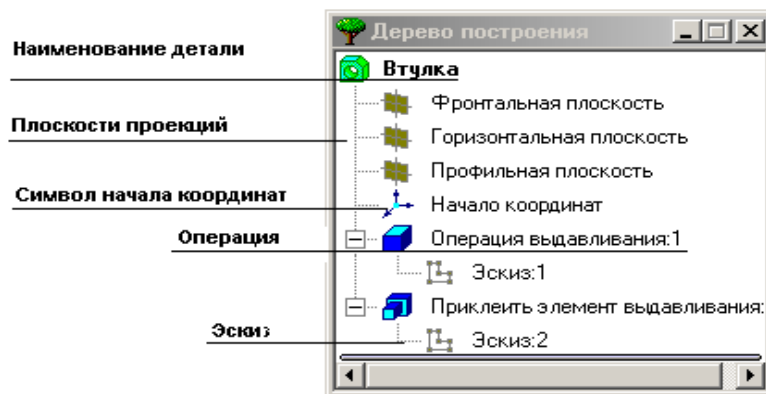


Рисунок 4.2 – Дерево побудови моделі

В **Полі повідомлень**, що розташоване знизу вікна, відображаються різні повідомлення і запити системи. **Поле поточного стану** знаходиться над **Полем повідомлень**, його зміст залежить від режиму побудови моделі.


**Інструментальна панель** розташована в лівій частині головного вікна програми.


На панелі інструментів деякі кнопки згруповані за варіантами можливого виконання. Ці кнопки позначені невеликим трикутником в правому нижньому куті. Для отримання доступу до інших команд треба натиснути на наявної на панелі кнопці і не відпускати її деякий час. При появі панелі розширених команд, пов'язаних з даною кнопкою, треба встановити курсор на потрібну кнопку і відпустити кнопку «миші».



### ***Управління зображенням моделі***


Система КОМПАС-3D дозволяє управляти масштабом зображення моделі на екрані, переміщати і повертати зображення, вибирати різні варіанти її відображення. Команди управління зображенням зібрані в меню **Сервіс**. Команди що використовуються доволі часто мають кнопки також і на панелі управління.

### *Управління масштабом відображення моделі*







Після відкриття документа або в процесі роботи над ним буває необхідно показати його повністю у вікні. При натисканні кнопки **Показати все**  система автоматично підбере максимально можливий масштаб відображення, при якому вся модель відобразиться у вікні документа.

При необхідності збільшити масштаб зображення будь-якої частини моделі, наприклад для редагування її елемента, зручно використовувати команду **Збільшити масштаб рамкою**. Для цього слід натиснути кнопку **Збільшити масштаб рамкою** , подумки помістити ділянку моделі в прямокутну рамку, натиснути в одному з її кутів і перемістити курсор по діагоналі в протилежний кут. Як тільки фантом рамки охопить намічену ділянку, натиснути мишею ще раз. У вікні відобразиться в збільшеному масштабі виділена ділянка моделі. Після редагування можна повернутися в режим відображення всієї моделі, натиснувши на кнопці **Показати все**.

Кнопки   **Збільшити** і **Зменшити масштаб** дозволяють дискретно збільшити або зменшити масштаб зображення в фіксоване число разів.

Кнопкою  **Наблизити / віддалити** можна плавно змінювати масштаб зображення, наближаючи або віддаляючи його відносно точки, в якій була натиснута кнопка миші.

### *Управління режимом відображення моделі*

Кнопки       дозволяють застосовувати команди управління відображенням моделі в режимах: **Каркас**, **Без невидимих ліній**, **Невидимі лінії тонкі**, **Півтон** і **Перспектива**.

### *Управління режимом стандартних орієнтацій моделі*

Модель можна розташувати таким чином, щоб її положення щодо трьох площин проекцій відповідало стандартним видам: спереду, зверху, зліва, справа, ззаду і знизу. Для отримання потрібної орієнтації моделі треба натиснути

«мишею» на кнопці **Список видів** в **Полі поточного стану** і вибрати зі списку потрібну проекцію (рис. 4.3).

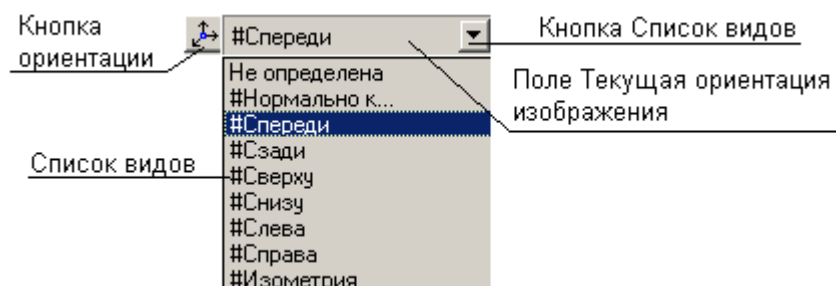


Рисунок 4.3 – Список видів

## 4.2 Побудова 3-D моделі

Для створення моделі застосовується переміщення (якщо поверхня грана) або обертання (якщо поверхня обертання) плоских контурів. В результаті переміщення плоского контуру утворюється об'ємне тіло – модель, що є проекцією основи моделі або її елемента на площині проекцій, або на грані моделі. Переміщення контуру прийнято називати операцією. Операції мають додаткові можливості, що дозволяють змінювати параметри побудови, а отже і самої моделі. В контур можна скопіювати зображення з раніше створеного креслення або фрагмента.


Створення об'ємної моделі починається з побудови плоского контуру, на одній зі стандартних площин проекцій.


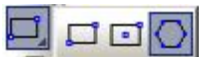
Система КОМПАС-3D визначає ряд вимог до побудови контуру:



- контур завжди відображається стилем лінії **Основна**;
- контури, що утворюють креслення основи моделі не повинні перетинатися і не повинні мати спільних точок;
- якщо контурів кілька, то один з них повинен бути зовнішнім, а інші – вкладеними в нього;
- допускається тільки один рівень вкладеності контурів.

### 4.3 Послідовність побудови 3D моделі

Перед виконанням завдання на комп'ютері, необхідно виконати обмір деталі (рис. 4.4), і зробити її ескіз з розстановкою необхідних розмірів. Запустіть систему КОМПАС і створіть новий документ **Деталь**.

1. Починати побудову потрібно зі створення ескизу основи. Розкрийте **Дерево моделі** і оберіть **Площину ZX**  **Плоскость ZX**.

2. Натисніть кнопку **Ескіз** . На панелі Геометрія виберіть інструмент Багатокутник. Для цього натисніть ліву кнопку «миші» і зафіксуйте, на панелі , що відкрилась оберіть **Багатокутник**.

Задайте параметри. В поле **Кількість вершин** введіть **3**, натисніть кнопку , в поле **Діаметр** введіть значення **100**, в поле **Кут** введіть значення «-90» (для інших моделей кут може бути 0°, 90° або 180°). Тепер зафіксуйте курсор «миші» у точці початку координат (рис. 4.5). Повторно натисніть кнопку  **Ескіз**.

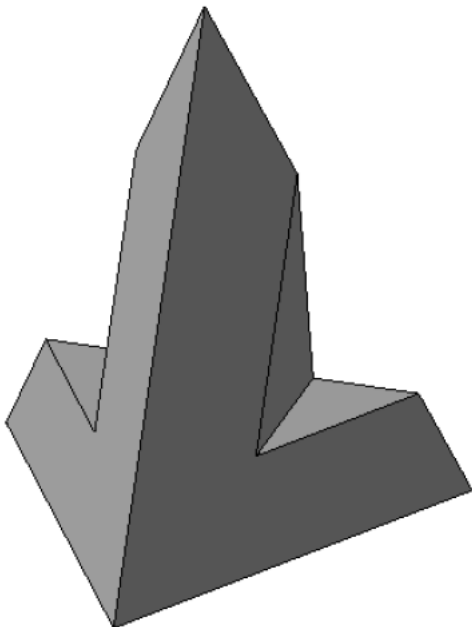


Рисунок 4.4 – Модель фігури для завдання

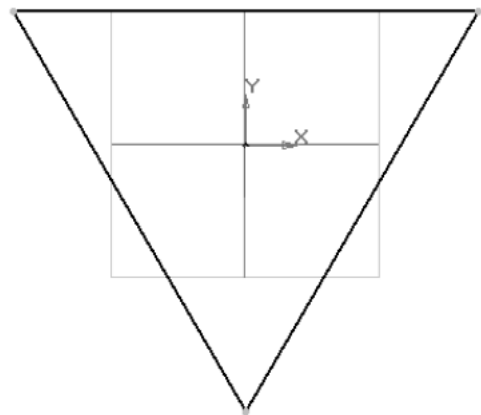





















Рисунок 4.5 – Основа піраміди



3. Далі виберіть пункт меню **Операції** → **Площина** → **Зміщена**. Задайте відстань **100** і в **Дереві моделі** виберіть  **Площина Zx**. Натисніть кнопку **Створити об'єкт**  або поєднання клавіш Ctrl + Enter.



Оберіть в **Дереві моделі**  **Смещенная плоскость:1** і натисніть кнопку  **Ескіз**. На панелі **Геометрія** виберіть інструмент **Точка** і поставте крапку в початок координат. Знову натисніть кнопку  **Ескіз**. Тепер в **Дереві моделі** виберіть **Ескіз 2**, розкрийте панель  **Операція видавлювання** і натисніть кнопку  **Операція по перерізах** і вкажіть **Ескіз 1** в **Дереві моделі**. Натисніть кнопку  **Створити об'єкт**.

4. В **Дереві моделі** виберіть  **Площадь XY**, натисніть кнопку  **Ескіз**. Розкрийте панель **Орієнтація** і виберіть **Спереду**. На панелі **Геометрія** активуйте інструмент  **Допоміжна пряма** і виберіть  **Горизонтальна пряма**. Натисніть «мишкою» в точку початку координат. Потім виберіть **Вертикальна пряма**  і ще раз натисніть "мишкою" на початок координат.

Потім виберіть інструмент **Паралельна пряма** . В **Панелі властивостей**, в поле **Відстань** введіть необхідне значення, і вкажіть курсором «миші» на вертикальну допоміжну пряму в вікні побудови моделі, і двічі натисніть кнопку **Створити об'єкт** .

В поле **Відстань** введіть необхідне значення і вкажіть курсором на горизонтальну допоміжну, з двох запропонованих системою ліній виберіть верхню і натисніть кнопку **Створити об'єкт** . Щоб перервати операцію натисніть  **Stop**. Натисніть кнопку  **Відрізок** і намалуйте контур зрізу моделі (рис. 4.6). Натисніть кнопку  **Ескіз**.

5. Виділіть отриманий ескіз в **Дереві моделі** і розкрийте панель  **Переріз поверхнею** виберіть кнопку  **Переріз по ескізу**, якщо по-

трібно переведіть **Напрямок відсікання**  в протилежний напрямок. Натисніть кнопку **Створити об'єкт** . Модель Деталі готова (рис. 4.7).

6. Збережіть файл на диск.

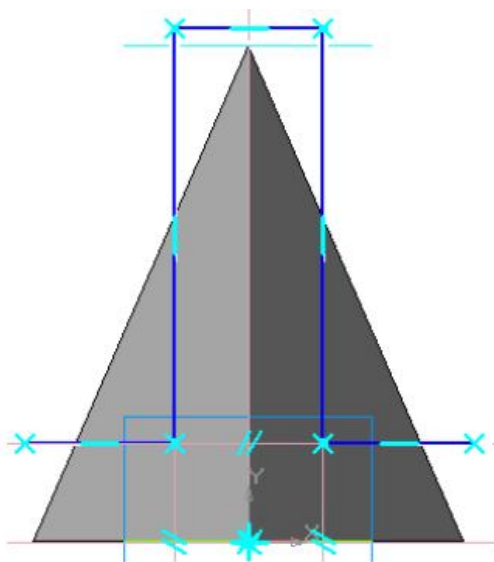


Рисунок 4.6 – Контур зрізу моделі

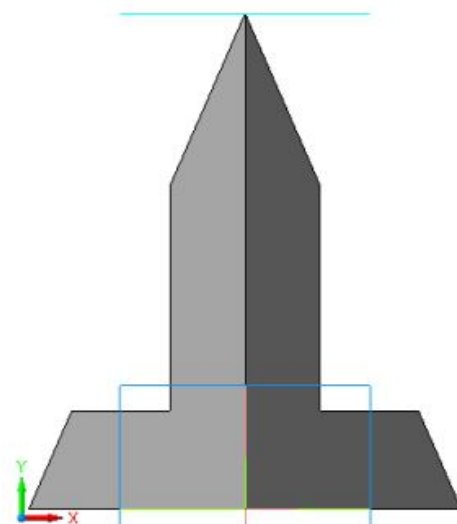








Рисунок 4.7 – Модель




#### 4.4 Побудова кресленника з моделі





Після отримання та збереження об'ємної моделі можна приступати до отримання плоского кресленника. Можливості програми дозволяють будувати автоматично проекції всіх видів і аксонометрію деталі по її готовій моделі.


1 Створіть новий документ **Креслення**. Виберіть пункт меню **Сервіс** → **Параметри** → **Поточний креслення** → **Параметри першого аркуша** → **Формат A3** → **Орієнтація горизонтальна**. Натисніть кнопку  **Показати все** або клавішу **F9**. На компактній панелі натисніть кнопку  **Асоціативні види**. З'явиться панель інструментів **Асоціативні види**. Натисніть кнопку  **Стандартні види**. В вікні виберіть свою деталь, натисніть **ОК**. З'явиться три габаритних прямокутника майбутніх видів, розташуйте їх на аркуші і зафіксуйте по-

ложення натисканням лівої клавіші «миші». Види можна переміщати «схопивши мишкою» за пунктирну рамку.

**2** Для виконання ізометричного зображення натисніть кнопку **Довільний вид** , в **Панелі властивостей**, в поле **Орієнтація** головного виду  виберіть , розташуйте «фантом» зображення на вільному місці аркуша, і зафіксуйте положення натисканням лівої клавіші «миші». Три види і аксонометрія готові.

**3 Розстановка розмірів на кресленні.** Подвійним натисканням лівої клавіші «миші» по пунктирній рамці, активізуйте вид зверху (зображення повинно поміняти колір на синій). Виберіть на панелі інструментів **Геометрія** інструмент **Окружність**. Задайте діаметр 100, включіть кнопку  **З осями**, виберіть тип лінії **Тонка**, задайте центр кола в точці початку координат. Увімкніть панель інструментів  **Розміри**, виберіть  **Діаметральний розмір**, вкажіть курсором на окружність, виберіть положення розмірного напису **На полиці вправо**, і зафіксуйте натисканням лівої клавіші «миші» рис. 4.8.

**4** Подвійним натисканням по пунктирній рамці активізуйте вид спереду. Якщо необхідно побудуйте відсутні осі симетрії. Проставте лінійні розміри. Для цього натисніть на кнопку  **Лінійний розмір**, вкажіть курсором точку початку першої виносної лінії, потім точку початку другої виносної лінії, і нарешті, виберіть положення розмірної лінії і тексту (рис. 4.9). Кнопками  **Горизонтальний** і  **вертикальний** можна регулювати орієнтацію розмірної лінії. Щоб перервати операцію натисніть кнопку  **Stop**. На виді зліва виконайте аналогічні операції.

**5** Заповніть основний напис. Заповніть поля та натисніть кнопку  **Створити об'єкт** або комбінацію клавіш Ctrl + Enter. Виконаний і оформлений кресленик зображено на рис. 4.10.

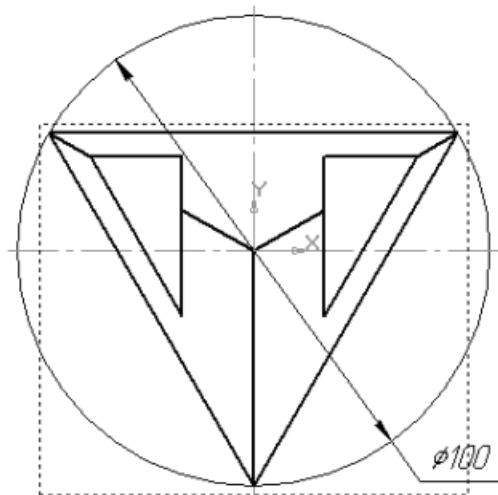


Рисунок 4.8 – Діаметральний розмір

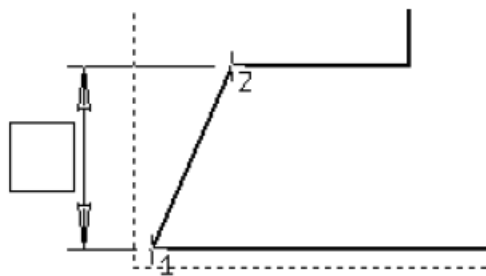


Рисунок 4.9 – Лінійний розмір

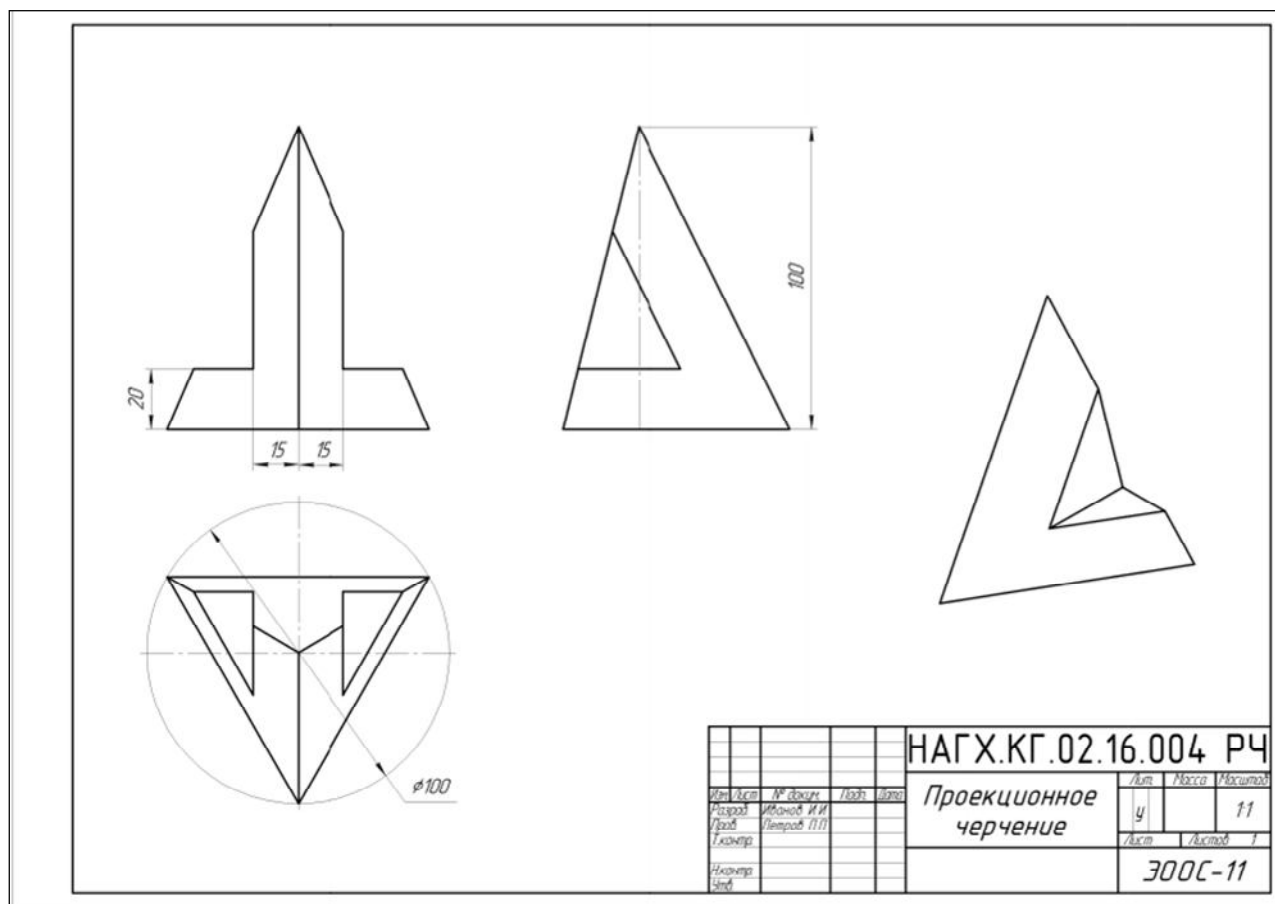


Рисунок 4.10 – Приклад виконання завдання «Комп'ютерне моделювання»



## **5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО КРЕСЛЕННЯ БУДИНКУ**

### **5.1 Вимоги до оформлення завдання**

На будівельних кресленнях використовують типи ліній, наведені в ДСТ 2.303-68. Товщина ліній для всіх типів зображень, виконаних у одному масштабі, повинна бути однаковою. Однак у будівельних кресленнях є деякі особливості в застосуванні окремих типів ліній. На планах і розрізах будинку видимі контури обводять лініями різної товщини. Більш товстою лінією обводять контури ділянок стін, що потрапили в січну площину. Контури ділянок стін, що не потрапили в площину перерізу, обводять тонкою лінією.

Написи й буквено-цифрові позначення на форматах і в основному написі виконують стандартним шрифтом типу Б з нахилом за ДСТ 2.304-81.

### **5.2 Зміст і порядок виконання завдання**

За схематичними зображеннями планів поверхів, фасадів, розрізів, наведених у додатку, виконують загальне креслення будинку на аркуші паперу формату А2 або на трьох аркушах формату А3: окремо план, фасад та розріз будинку. Незалежно від обраного формату виконують рамку і основний напис.

На форматі розміщують план будинку, у проекційному зв'язку з ним фасад, праворуч від фасаду в проекційному зв'язку розріз сходової клітки. Всі зображення виконують у масштабі 1:100. Над основним написом розміщують таблицю специфікації вікон і дверей.

Виконання завдання починають із креслення плану будинку. На плані проставляють розміри віконних і дверних прорізів, розміри простінків визначають за схемою плану (прив'язку прорізів у зовнішніх стінах необхідно здійснювати до зовнішніх граней стін).

Після плану креслять поперечний розріз. Положення січної площини вказують на плані. Висотні позначки визначають за схемою розрізу, наведеною у варіантах завдань.

Після цього креслять фасад будинку в проекційному зв'язку із планом і розрізом. Проставляють необхідні висотні позначки.

Таблицю специфікації вікон і дверей виконують тієї ж ширини, що й основний напис, права границя сполучається з рамкою креслення.

### **5.3 Основні рекомендації до оформлення креслень**

Будівельними називаються креслення, які містять проекційні зображення будівельних об'єктів або їхніх частин та інші дані, необхідні для їхнього зведення.

При виконанні й оформленні будівельних креслень необхідно керуватися ДСТ ЄСКД і СПДБ (система проектної документації для будівництва).

#### **5.3.1 Масштаби**

Масштаби креслень вибирають відповідно до ДСТ 2.302-68. Для житлових і громадських будинків:

- плани поверхів, підвалу, фундаментів, розрізи, фасади, монтажні плани перекриттів – М 1:100, 1:200, 1:500;
- плани секцій, фрагменти планів, розрізів і фасадів – М 1:50, 1:100;
- вироби й вузли – М 1:5, 1:10, 1:20.

Будинок або споруда в плані розчленовується осьовими лініями на ряд елементів. Ці вісі визначають розташування основних несучих конструкцій і називаються поздовжніми й поперечними координаційними вісями.

Координаційні вісі наносять штрихпунктирними лініями й позначають марками в колах діаметром 8–12 мм. Цифрами маркують вісі по стороні бу-

динку з більшою кількістю вісей. Послідовність маркування – ліворуч-праворуч, знизу вгору.

У будинках з несучими поздовжніми й поперечними стінами прив'язку до координаційних вісей зовнішніх і внутрішніх стін роблять у такий спосіб:

- внутрішню грань зовнішньої стіни розміщують від координаційної вісі на відстані  $M$  або  $2M$ , тобто 100 або 200 мм (модульна прив'язка);
- координаційна вісь збігається із внутрішньою поверхнею стіни (нульова прив'язка);
- у внутрішніх стінах координаційна вісь повинна збігатися з віссю симетрії стіни, крім стін сходових кліток і стін з вентиляційними каналами (центральна прив'язка).

### 5.3.2 Розміри на будівельних кресленнях

Розміри на будівельних кресленнях проставляють у міліметрах без позначення одиниць виміру. Наносять у вигляді замкнутого ланцюга (рис. 5.1). Розміри дозволяється повторювати. Замість стрілок застосовують зарубки у вигляді короткої суцільної основної лінії довжиною 2–4 мм під кутом  $45^\circ$  до розмірної лінії (рис. 5.2). При цьому розмірні лінії повинні виступати за крайні виносні на 1...3 мм.

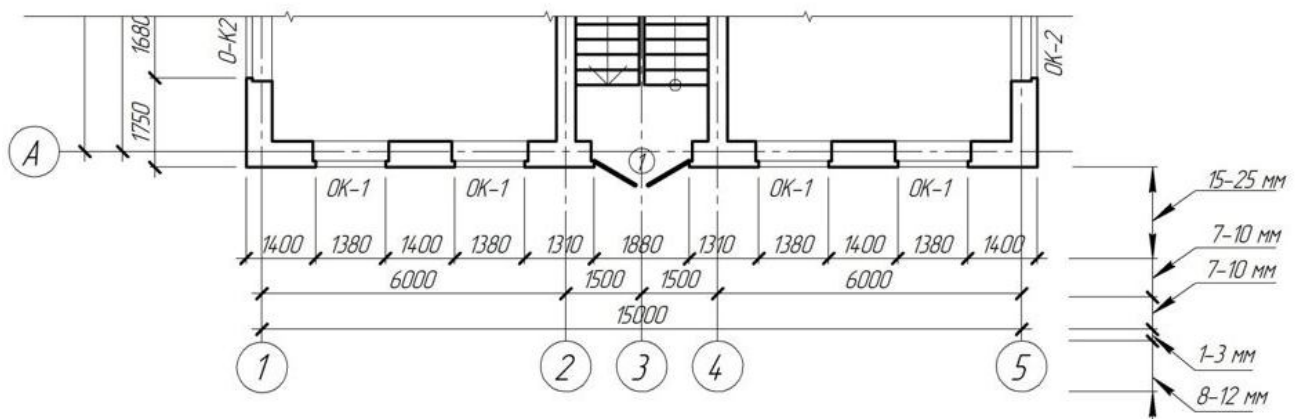


Рисунок 5.1 – Фрагмент плану з розмірними лініями

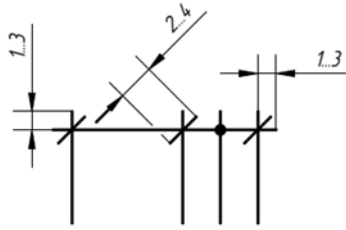


Рисунок 5.2 – Розмірна лінія

Позначки рівнів (висоти, глибини) елемента будинку або конструкції від якогось відлікового рівня, прийнятого за нульовий, розміщують на виносних лініях або лініях контуру й позначають знаком, зображеним на рисунку 5.2.

Позначки вказують у метрах із трьома десятковими знаками. Умовну нульову позначку позначають 0.000 (рис. 5.4).

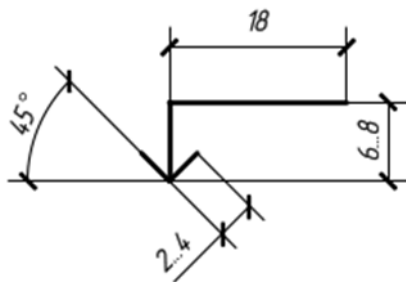


Рисунок 5.3 – Виносна лінія рівня відповідної поверхні

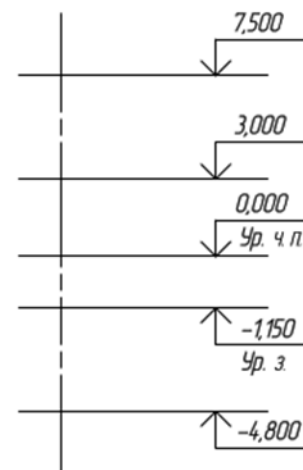


Рисунок 5.4 – Позначки рівнів

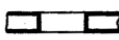
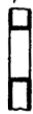
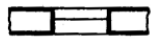

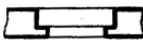

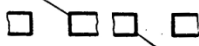

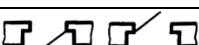

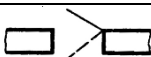
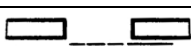

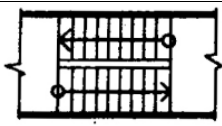
Позначки нижче умовної нульової позначають зі знаком мінус, позначки вище нульової – без знака (рис. 5.4). У якості нульової для будинків зазвичай приймають рівень підлоги першого поверху. Позначки при необхідності супроводжують написами, що пояснюють – Р.ч.п. (рівень чистої підлоги), Р.з. (рівень землі).






Будівельні креслення будинків і споруд складають за загальними правилами прямокутного проектування на основні площини проєкцій.











Зображення будинків мають свої назви: план, фасад та розріз.

### 5.3.3 Умовні графічні зображення на будівельних кресленнях

Таблиця 5.1 – Умовні графічні зображення на будівельних кресленнях планів і розрізів

Назва	Зображення
1	2
1 Проріз без чвертей у стіні або перегородці	<div>В плані</div>  <div>В розрізі</div> 
<b>Вікна</b>	
2 Проріз віконний без чвертей	<div>В плані</div>  <div>В розрізі</div> 
3 Проріз віконний із чвертями	<div>В плані</div>  <div>В розрізі</div> 
<b>Двері (ворота)</b>	
4 Двері однопільні в прорізі без чвертей	
5 Двері двопільні в прорізі без чвертей	
6 Двері однопільні в прорізі з чвертями	
7 Двері двопільні в прорізі з чвертями	
8 Двері однопільні з хитним полотном	
9 Двері відкотні однопільні	
10 Двері обертові	
<b>Сходи</b>	
11 Сходи в плані – верхній марш	

1	2
12 Сходи в плані – проміжні марші	
13 Сходи в плані – нижній марш	
14 Сходи в розрізі в масштабі 1:100 і дрібніше	
<b>Перегородки, кабінки, шафи</b>	
15 Перегородка в плані й розрізі	
16 Перегородка збірна щитова в плані	
17 Перегородка зі склоблоків у плані й розрізі	
18 Кабінки душові у плані	
19 Кабінки вбиралень у плані	
20 Шафа вбудована у плані	
<b>Отвори, канали в стінах</b>	
21 Отвір прямокутний, круглий	
22 Димохід у плані	
23 Канал вентиляційний у плані	
<b>Печі, плити, холодильники</b>	
24 Піч опалювальна (загальне призначення)	
25 Піч опалювальна стаціонарна на газі	
26 Плита (загальне призначення)	
27 Плита стаціонарна електрична	
28 Плита стаціонарна на газі	

1	2
29 Плита переносна на газі	
30 Плита переносна електрична	
31 Холодильник електричний	
<b>Санітарно-технічні пристрої</b>	
32 Раковина	
33 Мийка кухонна	
34 Умивальник	
35 Ванна	
36 Біде	
37 Унітаз із випуском на підлогу	
38 Пісуар настінний	

#### 5.4 Рекомендації до виконання завдання

Перед виконанням будівельного креслення необхідно усвідомити наступні питання:

- 1) яка поверховість будинку;
- 2) де розташовані зовнішні несучі стіни, яка їхня товщина й прив'язка;
- 3) де розташовані внутрішні несучі стіни, яка їхня товщина й прив'язка;
- 4) чим відрізняються на зображенні плану несучі стіни й перегородки;
- 5) де на плані розташована сходові клітка.

Читаючи схему розрізу будинку, варто усвідомити:

- 1) яким повинне бути положення на плані мнимої січної площини для одержання розрізу;
- 2) які несучі стіни й перегородки попадають у розріз;
- 3) чому дорівнює загальна висота будинку, висота поверху, товщина перекриттів.

Роботу з виконання завдання варто починати з компоновання аркуша.

Накреслити на форматі рамку й прямокутник для основного напису. Після цього намітити попереднє розташування зображень на робочому полі креслення. Для цього необхідно визначити габаритні розміри кожного зображення, вирізати по них з паперу відповідні прямокутники й розкласти їх на робочому полі так, щоб план, фасад і розріз були розміщені рівномірно й у проекційному зв'язку один з одним. Крім цього, треба передбачити вільне місце для написів над зображеннями й простановки розмірів.

#### **5.4.1 Рекомендації до виконання плану будинку**

Планом будинку називається зображення будинку, умовно розсіченого горизонтальною площиною на рівні віконних і дверних прорізів (~1м) і спроектованого на горизонтальну площину проекцій. На плані показують те, що знаходиться в січній площині й те, що розташовано під нею. Тобто план – це горизонтальний розріз. На плані будинку показують віконні й дверні прорізи, розташування сходів, перегородок і капітальних стін, вбудованих шаф, санітарно-технічного обладнання, вентканалів.

Розташування всіх конструктивних елементів визначається прив'язкою до координаційних вісей.

Поза контуром будинку проставляють розміри віконних і дверних прорізів «у світлі» і простінків між ними (перший розмірний ланцюжок), між координаційними вісями (другий розмірний ланцюжок) і в вісях (третій розмірний



ланцюжок), як зображено на рисунку 5.1. Перший ланцюжок креслять на відстані 20 мм від контуру стіни, наступні – на відстані 7 мм один від одного.

Внутрішні розміри приміщень, товщини стін і перегородок проставляють на внутрішніх розмірних ланцюжках. Їх проводять на відстані не менш 8...10 мм від стіни або перегородки. Проставляють також прив'язку всіх внутрішніх капітальних стін до вісей.

Площі приміщень проставляють у правому нижньому куті плану приміщення у квадратних метрах без позначення одиниць виміру із двома десятковими знаками й рискою внизу.

Підйом з одного поверху на інший зазвичай здійснюється двома маршами. План поверху утворюють розсіченням умовною січною площиною на рівні приблизно 1 м, тому в сходовій клітці висхідний марш перетинається приблизно посередині. На плані в цьому місці проводять хвилясту лінію обриву під кутом 45°. Більш довга сторона цієї частини маршу повинна примикати до стіни сходової клітки. На планах першого поверху показують укорочений цокольний марш.

Невидимі конструктивні елементи на планах зображують штриховими лініями.

На планах показують, у який бік відчиняються двері. Зовнішні двері з вулиці в будинок повинні відкриватися назовні, відкривання інших дверей визначається зручністю планування й експлуатації.

Марки віконних прорізів і зовнішніх дверей проставляють із зовнішнього боку стіни.

На плані розімкнутою лінією показують положення січної площини для відповідного розрізу.

Приклад креслення плану будинку наведений на рисунку 5.5

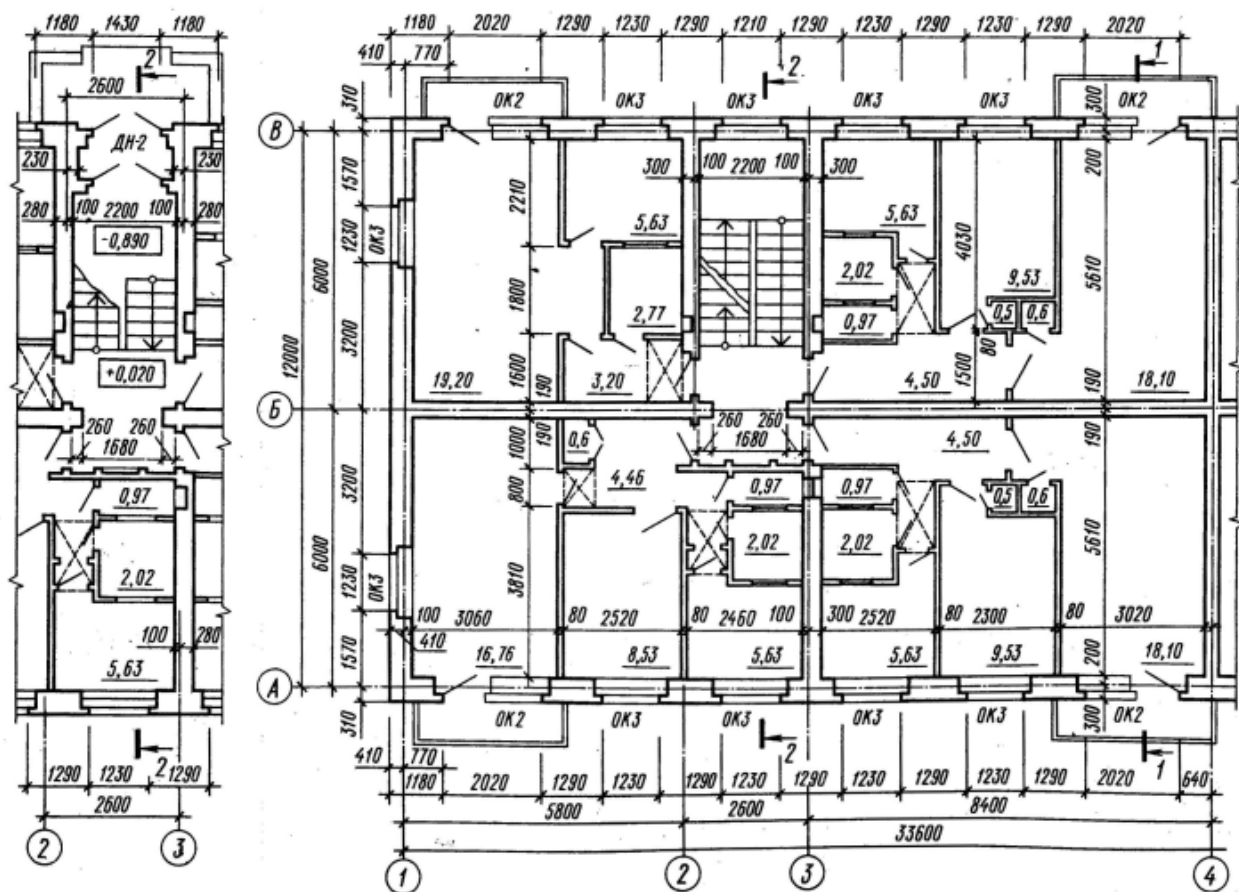


Рисунок 5.5 – План будинку

**План будинку** виконують у наступній послідовності (рис. 5.6):

- проводять поздовжні й поперечні координаційні вісі;
- вичерчують всі зовнішні й внутрішні стіни, перегородки й колони, якщо вони є;
- роблять розбивку віконних і дверних прорізів у зовнішніх і внутрішніх стінах і перегородках, умовно показують відкривання дверей;
- зображують сходи, санітарно-технічні прилади, вбудовані шафи, антресолі, балконні огороження та інші елементи;
- наносять необхідні виносні й розмірні лінії, показують лінію розрізу;
- проставляють всі розміри, роблять відповідні написи, перевіряють креслення;
- після виправлення й доопрацювання роблять остаточне обведення.

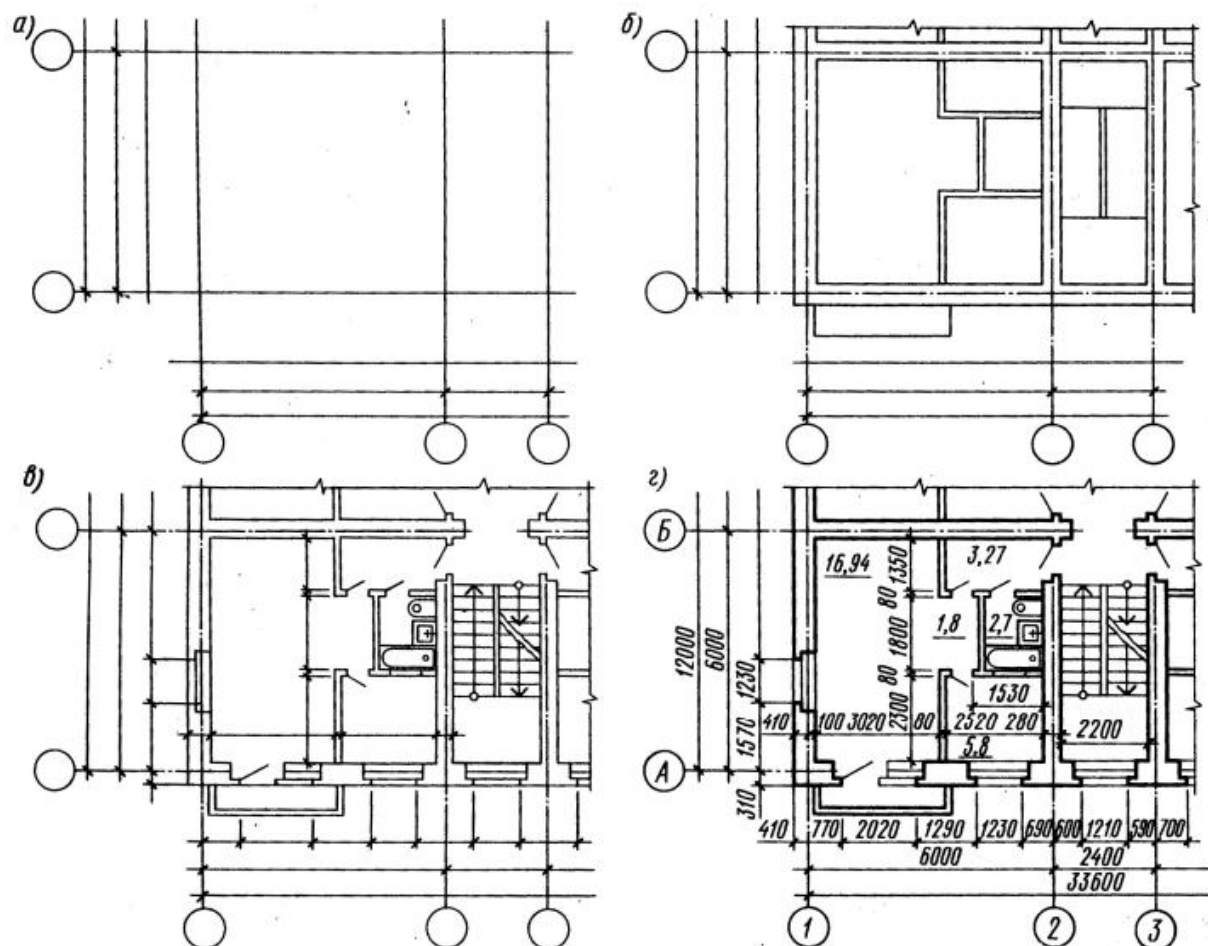


Рисунок 5.6 – Послідовність виконання плану будинку

#### 5.4.2 Рекомендації до виконання розрізу будинку

Розрізом називається зображення будинку, подумки розсіченого вертикальною площиною й спроектованого на площину проєкції. Положення січної площини для даного розрізу показують на плані будинку.

Розріз будинку називається поперечним, коли січна площина перпендикулярна поздовжнім стінам будинку й поздовжнім, коли січна площина паралельна поздовжнім стінам. Це найменування умовно, тому що іноді важко виділити переважне (поздовжнє) вимірювання.

Іноді при виконанні розрізу застосовують не одну, а дві й більше січні паралельні площини. Такий розріз називається східчастим.

Напрямок січної площини позначають на плані першого поверху розімкнутою лінією зі стрілками на кінцях, що показують напрямок погляду.

Біля стрілок ставлять арабські цифри або прописні літери, а на самому розрізі роблять напис типу: *Розріз 1–1*.

На розрізах видимі лінії контурів, що не попадають у площину перетину, виконують суцільною тонкою лінією.

На початковій стадії проектування для виявлення внутрішнього виду приміщень і розташування архітектурних елементів інтер'єра складають архітектурні (або контурні) розрізи будинку, на яких не показують конструкції фундаментів, перекриттів, крокв та інших елементів, але проставляють розміри й висотні позначки, необхідні для пророблення фасаду. Архітектурний розріз для будівництва будинку не використовується.

На розрізах координаційні вісі виносять вниз, маркірують і проставляють розміри між суміжними вісями.

Положення конструктивних елементів по висоті визначають за допомогою висотних позначок і розмірів, які проставляють на виносних лініях рівнів відповідних елементів.

Усередині розрізу наносять висоти поверхів, дверних і віконних прорізів, а також висотні позначки рівнів підлог і сходових площадок.

Із зовнішньої сторони розрізу на відстані 12–15 мм проводять розмірні ланцюжки, що визначають розміри віконних прорізів і простінків, цоколя, зовнішнього дверного прорізу. На відстані 10–15 мм від цього ланцюжка наносять висотні позначки рівня землі й верху стіни, полки повернені назовні.

За умовну нульову приймають позначку підлоги першого поверху. Також наносять позначки підлоги сходової клітки в тамбурі, вхідної площадки – на один східець вище тротуару. Рівень цих площадок підвищується в напрямку до сходового маршу для того, щоб дощова вода не падала в сходову клітку.

Приклад виконання розрізу наведений на рисунку 5.7.

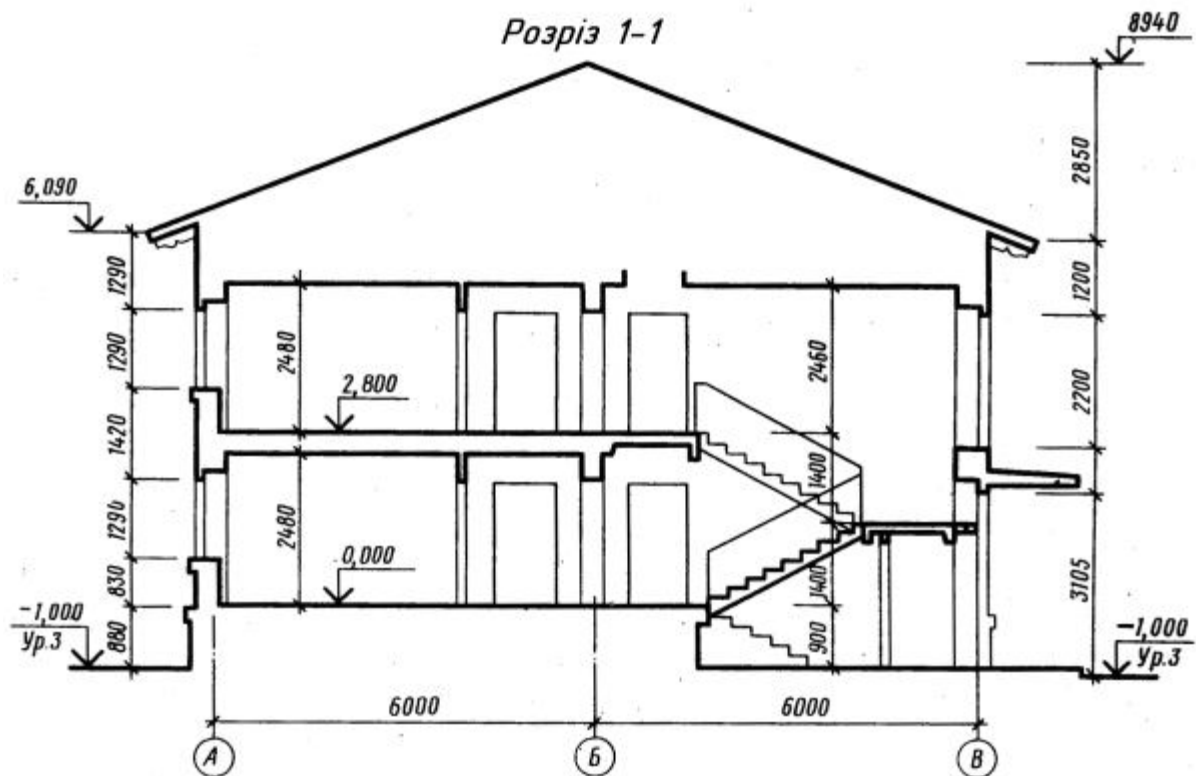


Рисунок 5.7 – Розріз будинку

**Послідовність креслення розрізу (рис. 5.8):**

- проводять координаційні вісі основних несучих конструкцій. Перпендикулярно їм проводять горизонтальні лінії рівнів: поверхонь землі, підлоги всіх поверхів і верху горищного перекриття й карниза;
- наносять контури зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок, що потрапили в розріз, а також висоти міжповерхових і горищного перекриттів і коника даху, вичерчують винос карниза й цоколя, вичерчують скати даху;
- намічають у зовнішніх і внутрішніх стінах і перегородках віконні й дверні прорізи, а також видимі дверні прорізи й інші елементи, розташовані за січною площиною;
- проводять виносні й розмірні лінії, кружки для маркування вісей і знаки висотних позначок;
- роблять остаточне обведення, проставляють розміри й висотні позначки, роблять написи, що пояснюють, і вказують найменування розрізу.

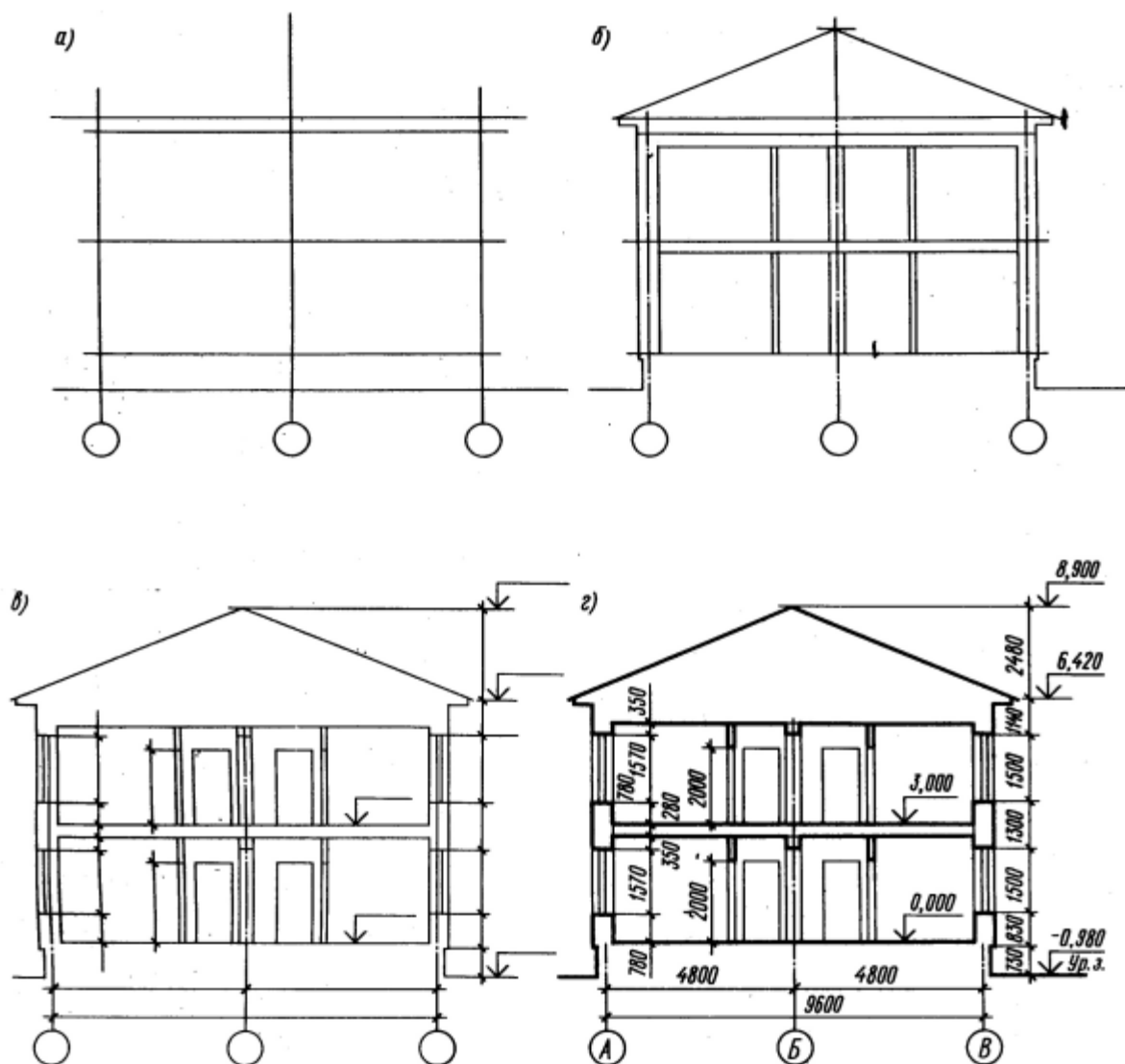


Рисунок 5.8 – Послідовність виконання розрізу будинку

Для монтажу сходових маршів і площадок служить розріз по сходах.

Січна площина проводиться по ближнім до спостерігача сходовим маршам.

### Побудова розрізу по сходах

Приклад розглянемо на рисунку 5.9. Нехай довжина сходової клітки 5610 мм, ширина 2200. Висота поверху 3000. При висоті східця (присхідець) 150 – у кожному марші повинне бути 10 східців (1500:150).

Горизонтальну площину східця називають проступ. Проступ останнього східця кожного маршу збігається з рівнем площадки й включається в неї. Тому в плані число проступів менше числа східців на один.

Проводять координаційні вісі, креслять стіни, відзначають горизонтальними лініями рівні сходових площадок (поповерхових і проміжних).

Потім від внутрішньої стіни відкладають ширину площадки (1410) і дев'ять разів по 300. Проводять тонкі вертикальні лінії. Після цього відкладають ширину одного східця убік площадки першого поверху (точка а). З'єднують точку а із крайньою точкою вищележачої площадки (точка b). Пряма ab перетинає вертикальні лінії в точках, через які проводять горизонтальні лінії східців.

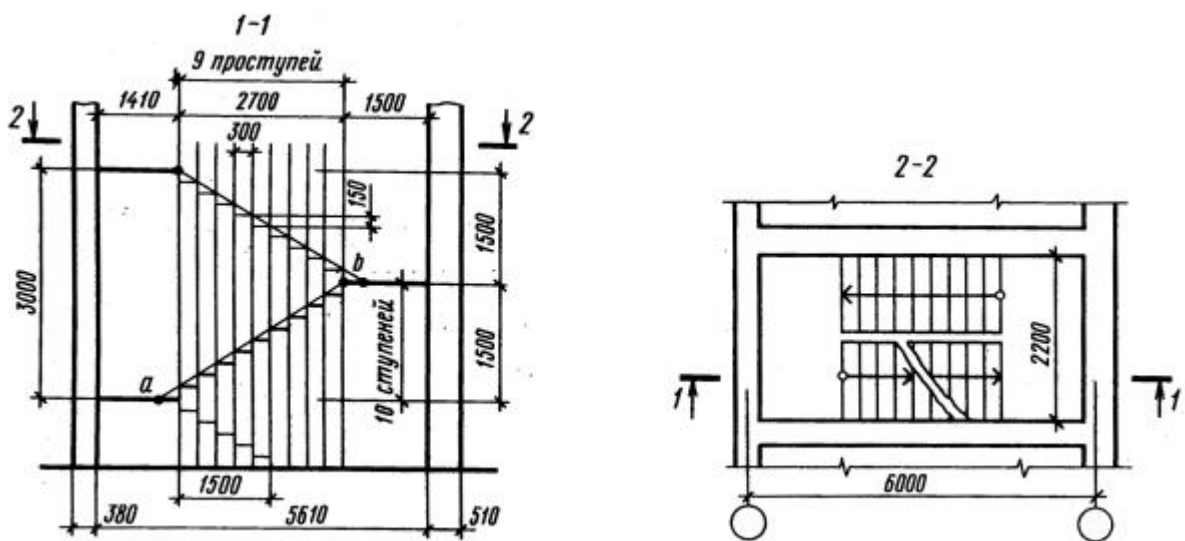


Рисунок 5.9 – Приклад побудови сходів

Після цього креслять сходові площадки й марші, обводять контурними лініями всі елементи, що потрапили в січну площину.

### 5.4.3 Рекомендації до виконання фасаду будинку

Види будинків попереду, позаду, праворуч і ліворуч називаються фасадами. У найменуванні фасадів вказують крайні координаційні вісі. Фасади дають уявлення про зовнішній вигляд будинку, про його загальну форму, розміри, кількість поверхів, наявність балконів і лоджій.

На кресленнях фасадів показують розташування вікон, дверей, балконів, лиштв тощо. У великоблочних і панельних будинках показують розрізування стін на блоки й панелі.

Розміри на фасадах не наносять, показують тільки крайні координаційні вісі. Праворуч або ліворуч проставляють позначки висот – рівня землі, цоколя, низу й верху прорізів, карниза, верху покрівлі. На фасадах маркують конструктивні елементи, які не були показані на кресленнях планів і розрізів.

Основою фасаду служить суцільна стовщена лінія 1.5–2s.

Приклад фасаду наведений на рисунку 5.10.

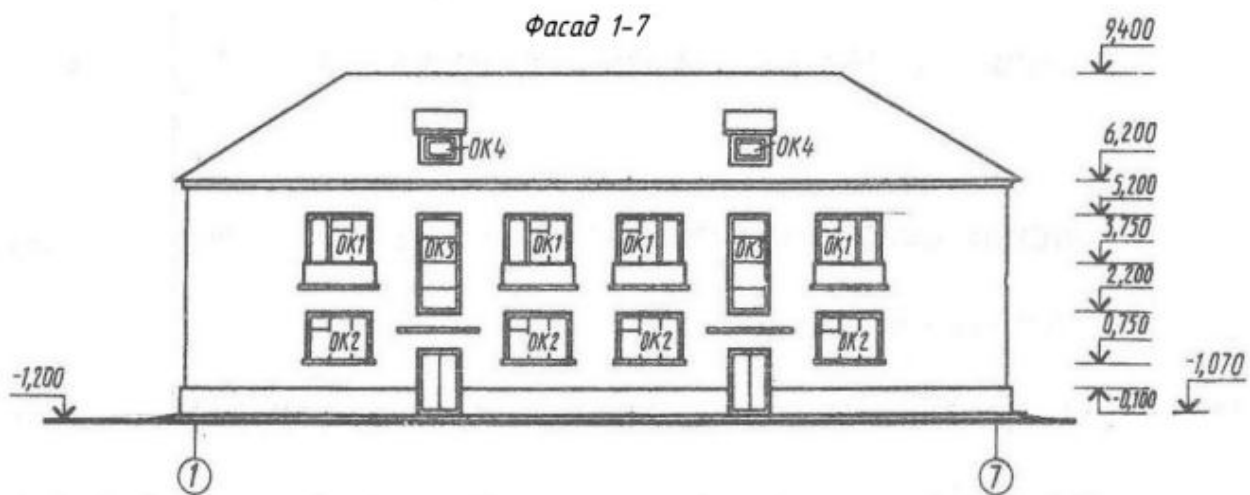


Рисунок 5.10 – Фасад будинку

Послідовність креслення фасаду (рис. 5.11):

- наносять координаційні вісі й креслять загальний контур будинку;
- креслять віконні й дверні прорізи, балкони, плити козирків, карниз та інші архітектурні елементи;
- виконують на кресленнику віконні плетіння, двері, огороження балконів, вентиляційні отвори й димарі на даху, проставляють значки позначок;
- наносять рівні відповідних висот, маркують координаційні вісі;
- після перевірки відповідності із планом і розрізом роблять остаточне обведення.



Фасад виконують основною лінією, лінію землі – потовщеною лінією, що виходить за межі фасаду.

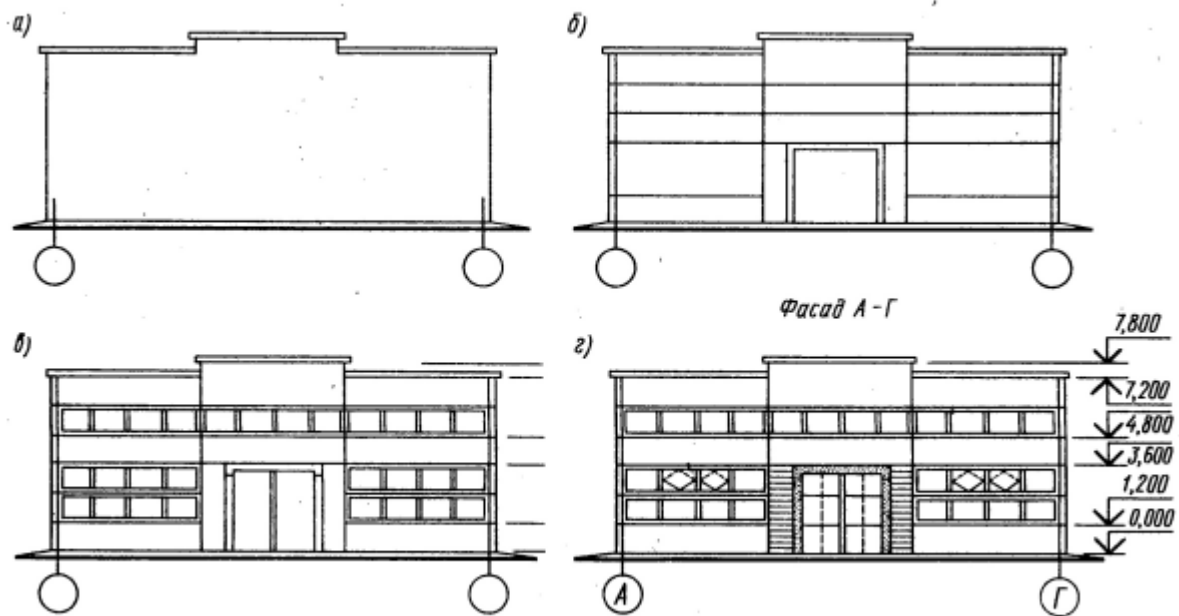


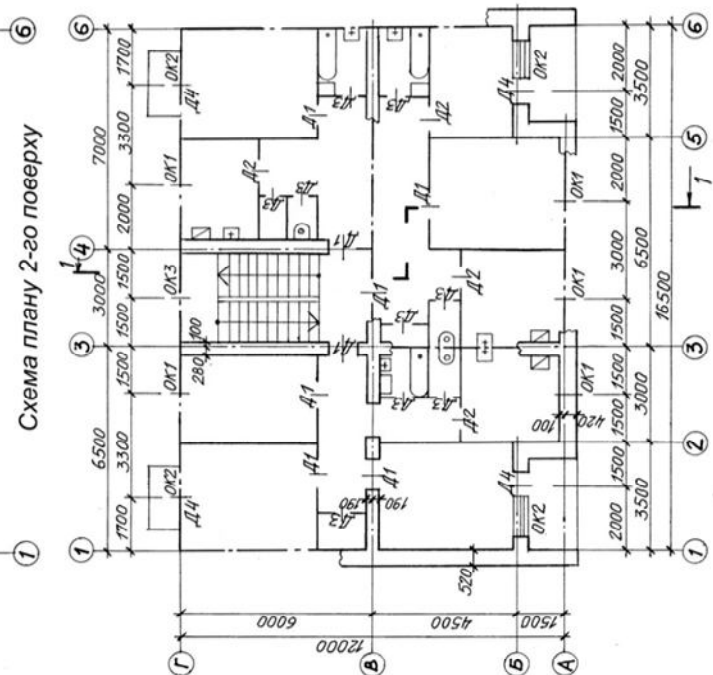
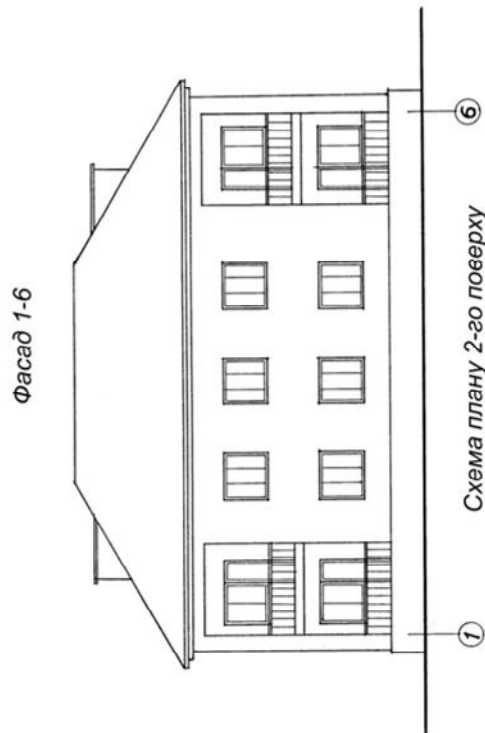
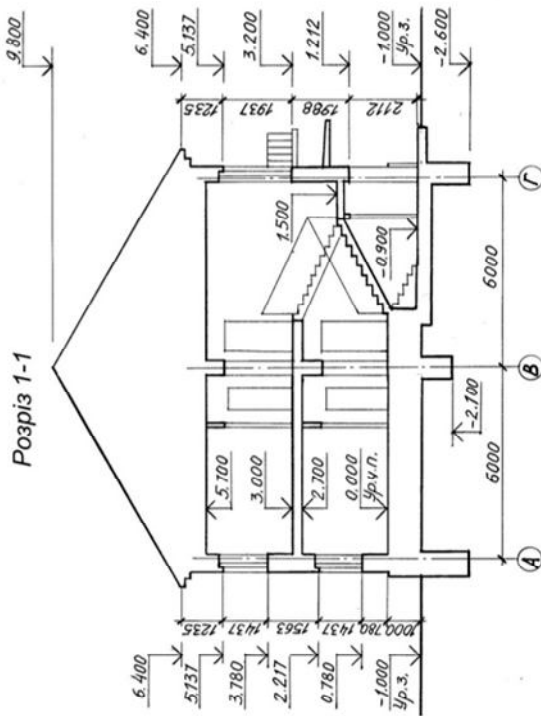
Рисунок 5.11 – Послідовність виконання фасаду будинку

## 5.5 Питання для самоперевірки

1. Що називають координаційними вісями будинку і як вони маркуюються на плані і розрізі?
2. В чому особливості ліній обведення на планах та розрізах будинків?
3. Що називається планом будинку, поверху?
4. По яких частинах будинку треба проводити січну площину при виконанні розрізу будинку?
5. Які розміри й позначки наносять на кресленнях розрізів та фасадів?

## **ДОДАТКИ**

# **Додаток А.** **Варіанти завдань для виконання завдання** **«Архітектурно-будівельне креслення будинку»**



**Варіант 1**

*Специфікація вікон та дверей*

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1512	1512
OK2	Спарений двопільний	1212	1512
OK3	Спарений однопільний	1212	2012
D1	Однопільна дерев'яна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна	862	2112
D3	Однопільна дерев'яна	762	2112
D4	Однопільна застелена	762	2112

Фасад 1-4

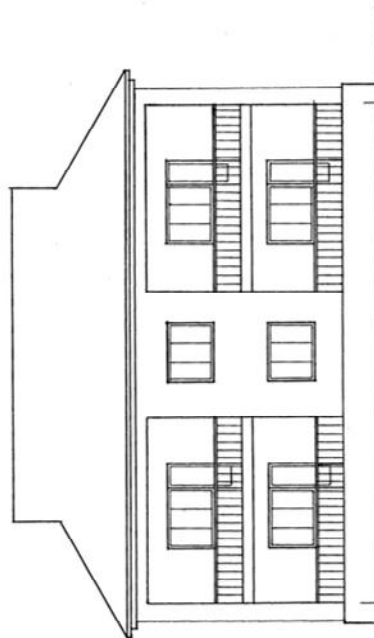
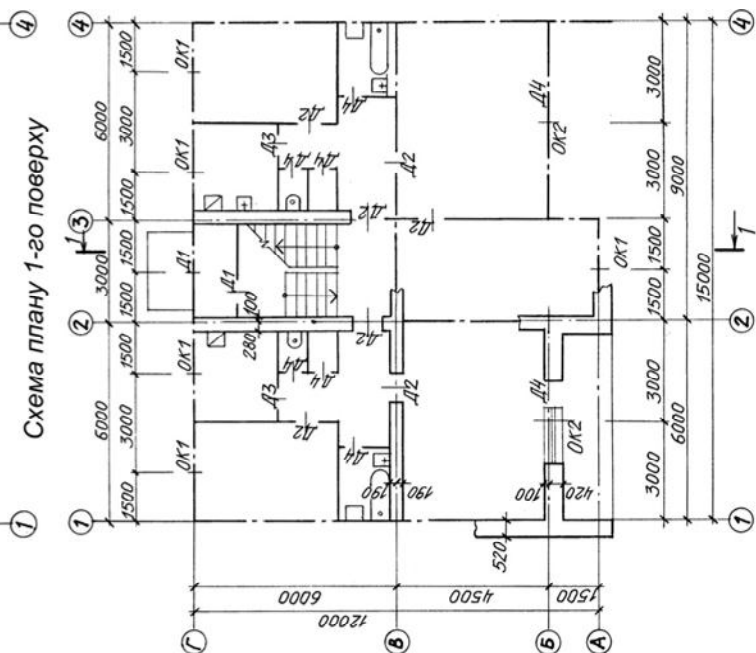
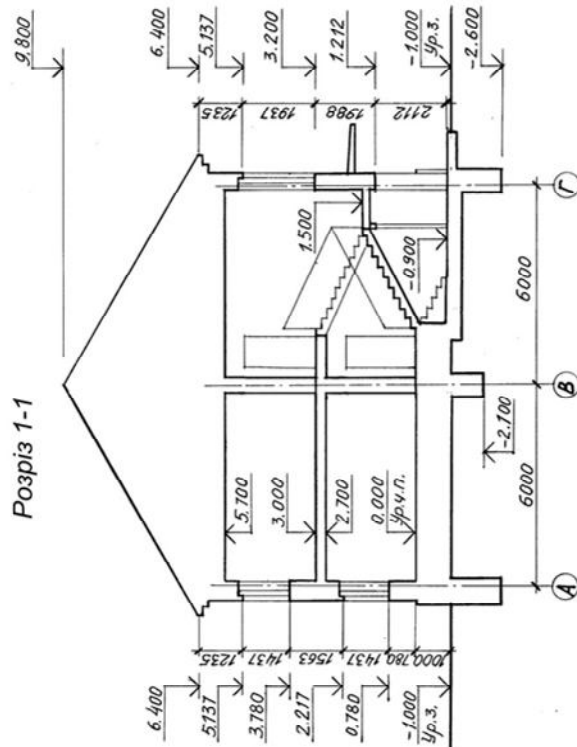


Схема плану 1-го поверху



Розріз 1-1



Варіант 2

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1512	1512
OK2	Спарений трипільний	1512	1512
D1	Двопільна дерев'яна	1212	2112
D2	Однопільна дерев'яна	912	2112
D3	Однопільна дерев'яна	862	2112
D4	Однопільна дерев'яна	762	2112

This architectural drawing shows a symmetrical building facade. The roof is gabled, with the peak centered over the entrance. The facade features a central entrance with a small porch supported by columns. On either side of the entrance are large windows with multiple panes. The drawing is a black and white line art illustration.

The architectural floor plan shows a building with a central staircase. The plan is oriented with a north arrow pointing towards the top right. The dimensions are as follows:

- Overall Dimensions:**
  - Width: 12000 mm (12 m)
  - Depth: 6000 mm (6 m)
- Grid System:**
  - Horizontal Grid: Letters A, B, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
  - Vertical Grid: Numbers 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
- Key Features and Dimensions:**
  - Staircase:** Located in the center, with a width of 2800 mm and a depth of 1900 mm.
  - Central Corridor:** Width of 1900 mm.
  - Rooms:** Various rooms are shown, including a large room on the left (width 6000 mm) and a room on the right (width 4500 mm).
  - Dimensions:**
    - Top: 6000 mm (1500 + 3000)
    - Bottom: 6000 mm (1500 + 3000)
    - Left: 12000 mm (6000 + 6000)
    - Right: 12000 mm (6000 + 6000)
    - Staircase: 2800 mm (1900 + 900)
    - Central Corridor: 1900 mm
    - Room on the left: 6000 mm (1500 + 3000)
    - Room on the right: 4500 mm (1500 + 3000)

Розріз 1-1

9,800

6,400

5,137

3,200

1,212

-1,000

ґр.з.

-2,600

2,112

1,988

1,937

1,235

1,500

-0,300

6,000

Б

А

5,700

3,000

2,700

0,000

ґр.ч.п.

-2,100

6,000

1,000

780

1,437

1,563

2,217

3,780

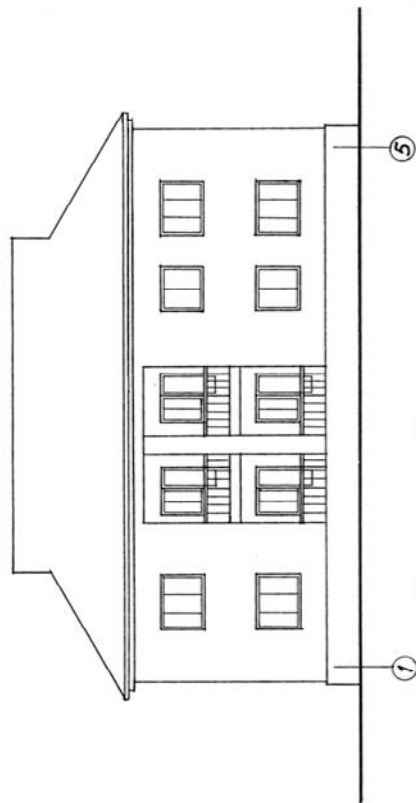
5,137

6,400

### Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип б'юкних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений тріпільний	1812	1512
OK2	Спарений тріпільний	1512	1512
OK3	Спарений двоіпільний	1212	1512
D1	Двоіпільна дерев'яна	1212	2112
D2	Одноіпільна дерев'яна	912	2112
D3	Одноіпільна дерев'яна	862	2112
D4	Одноіпільна дерев'яна	762	2112

Фасад 1-5



Розріз 1-1

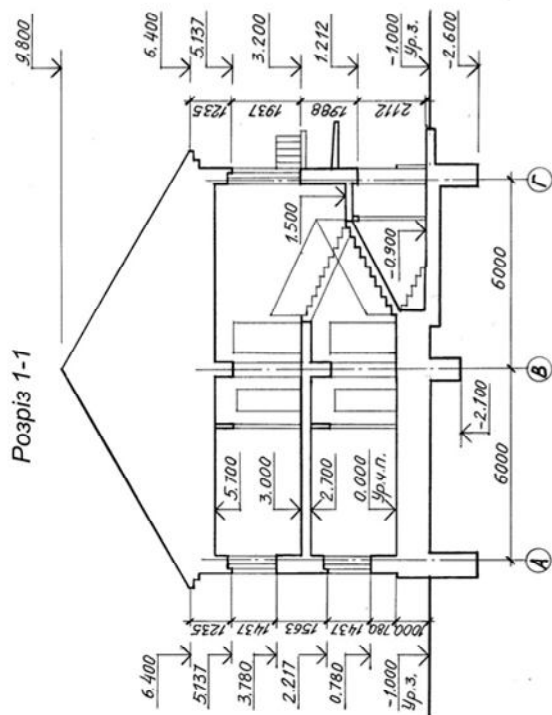
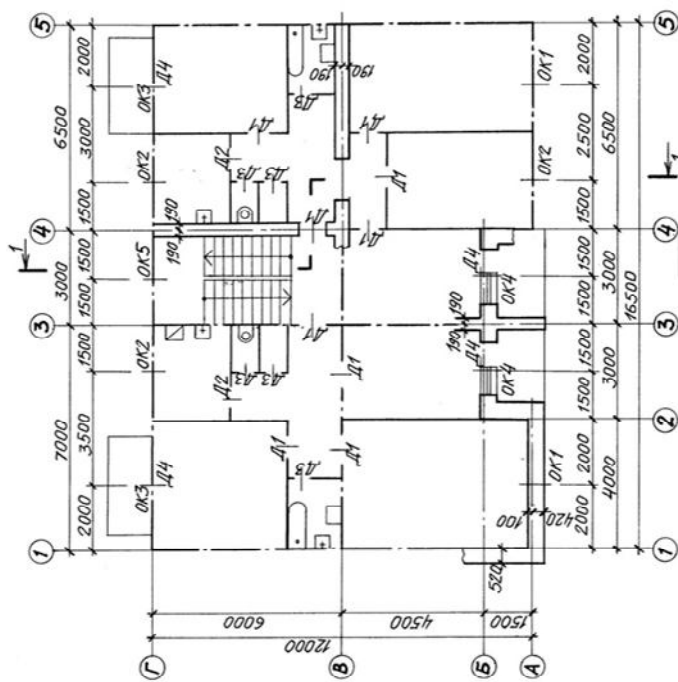


Схема плану 2-го поверху



Варіант 4

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
ОК1	Спарений трипільний	1812	1512
ОК2	Спарений трипільний	1512	1512
ОК3	Спарений трипільний	1512	1512
ОК4	Спарений двопільний	1212	1512
ОК5	Спарений однопільний	1212	2012
Д1	Однопільна дерев'яна	912	2112
Д2	Однопільна дерев'яна	762	2112
Д3	Однопільна дерев'яна	762	2112
Д4	Однопільна засклена	762	2112

Фасад 1-6

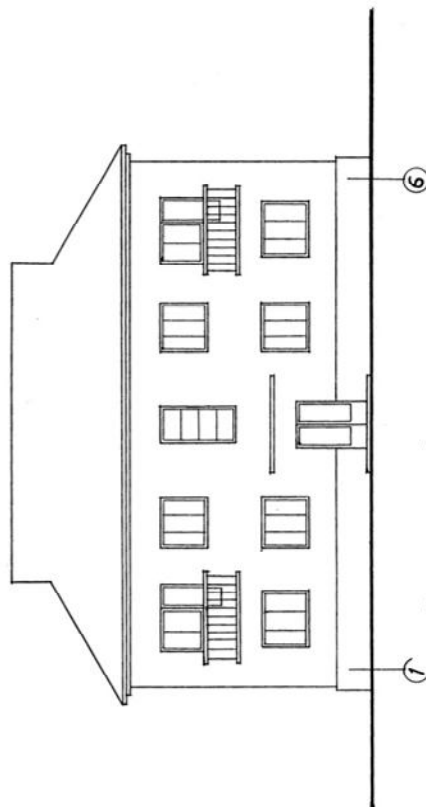
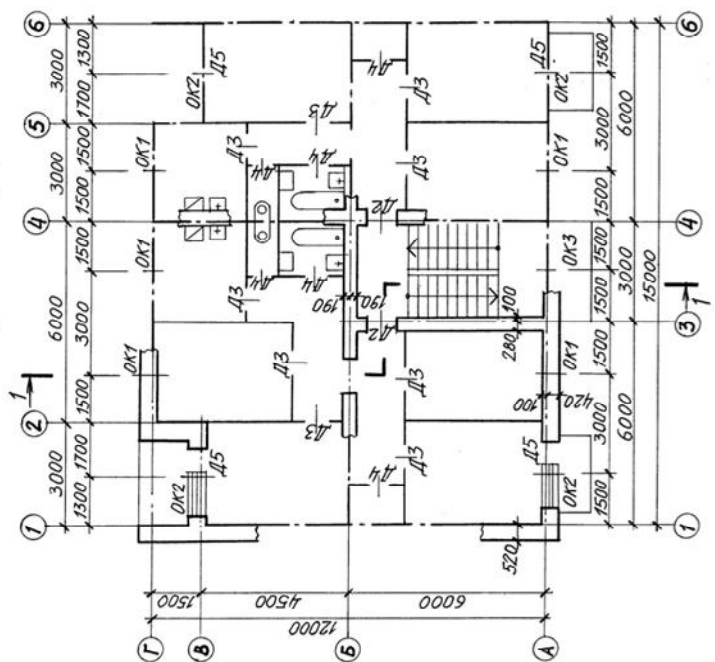
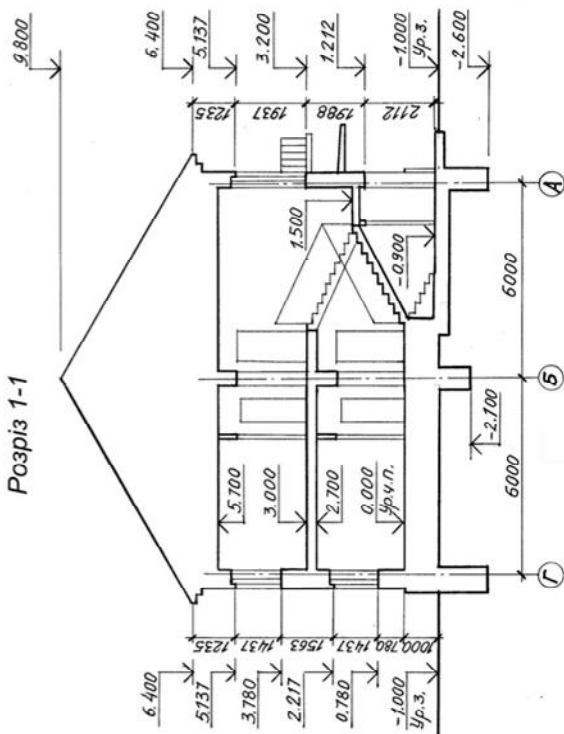


Схема плану 2-го поверху



Розріз 1-1

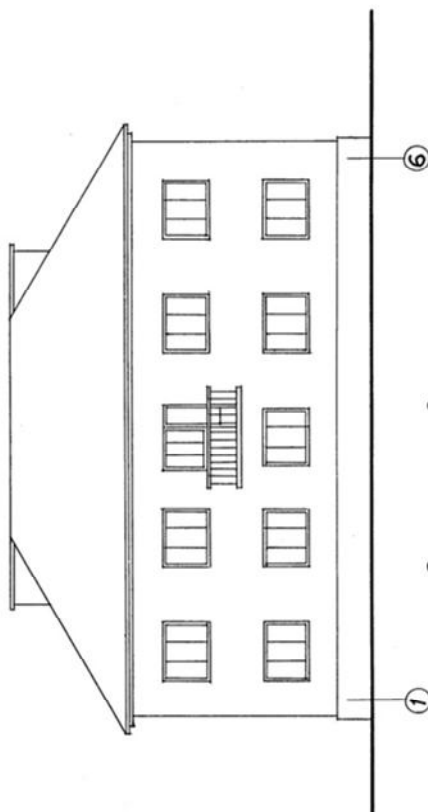


Варіант 5

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1512	1512
OK2	Спарений двопільний	1212	1512
OK3	Спарений однопільний	1212	2012
D1	Двопільна дверь'яна	1212	2112
D2	Однопільна дверь'яна міжквартирна	912	2112
D3	Однопільна дверь'яна міжкімнатна	912	2112
D4	Однопільна дверь'яна	762	2112
D5	Однопільна застклена	762	2112

Фасад 1-6



Розріз 1-1

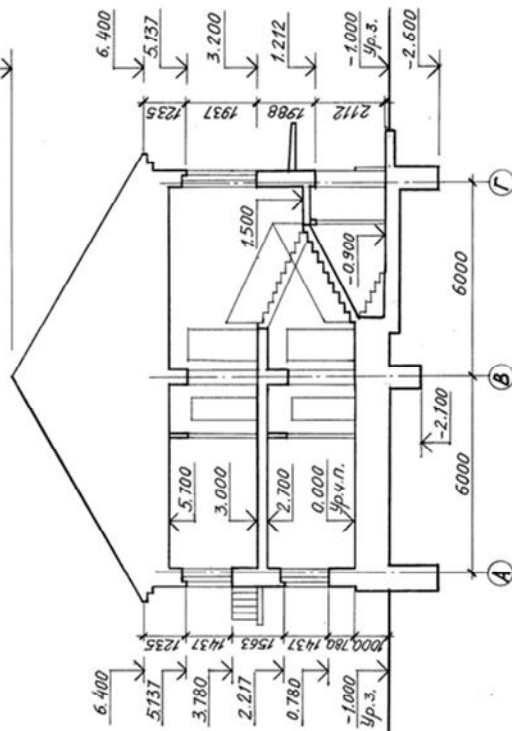
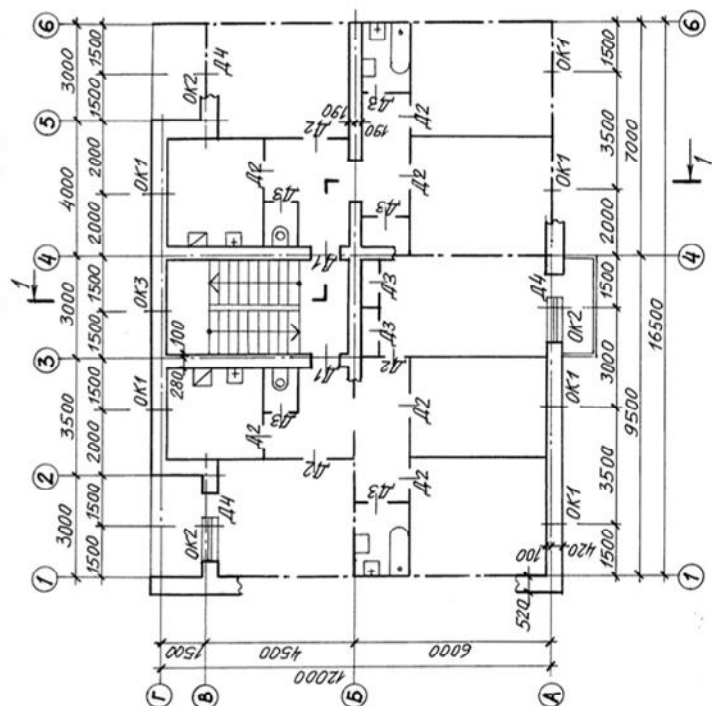


Схема плану 2-го поверху



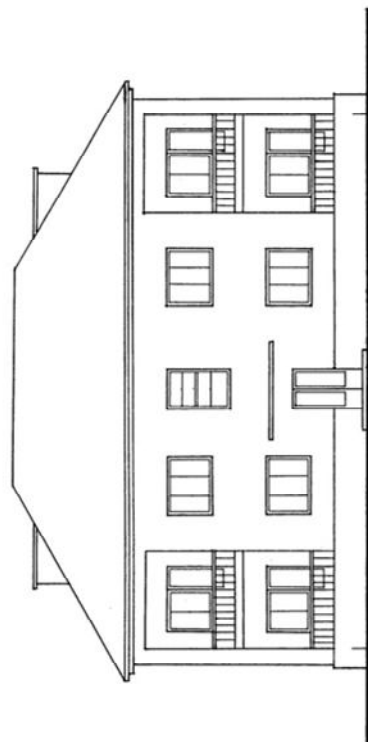
Варіант б

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1512	1512
OK2	Спарений двопільний	1212	1512
OK3	Спарений однопільний	1212	1512
D1	Однопільна дерев'яна міжквартирна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна міжкімнатна	912	2112
D3	Однопільна дерев'яна	762	2112
D4	Однопільна засклена	762	2112



Фасад 1-6



Розріз 1-1

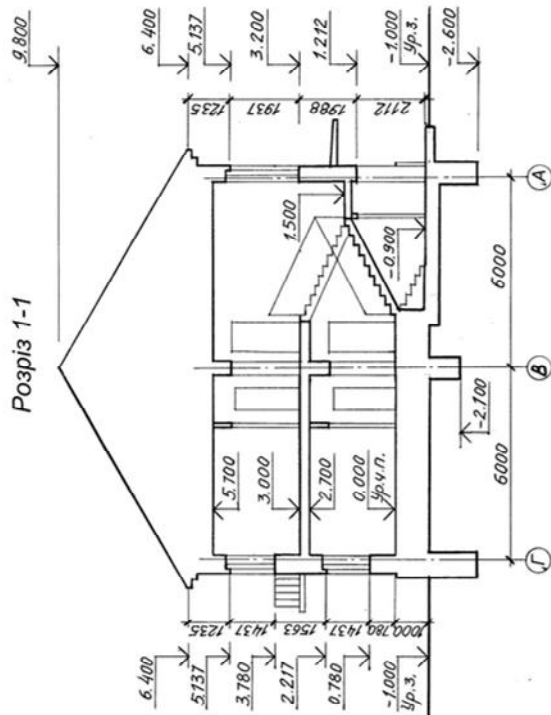
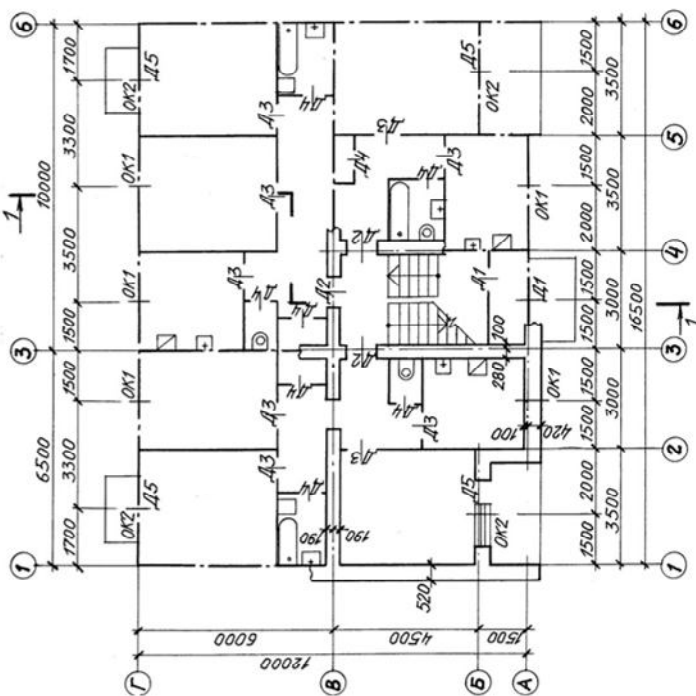


Схема плану 1-го поверху



Варіант 7

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1512	1512
OK2	Спарений двопільний	1212	1512
OK3	Спарений однопільний	1212	2012
D1	Двопільна дерев'яна	1212	2112
D2	Однопільна дерев'яна міжквартирна	912	2112
D3	Однопільна дерев'яна міжкімнатна	912	2112
D4	Однопільна дерев'яна	762	2112
D5	Однопільна застелена	762	2112

Фасад 1-5

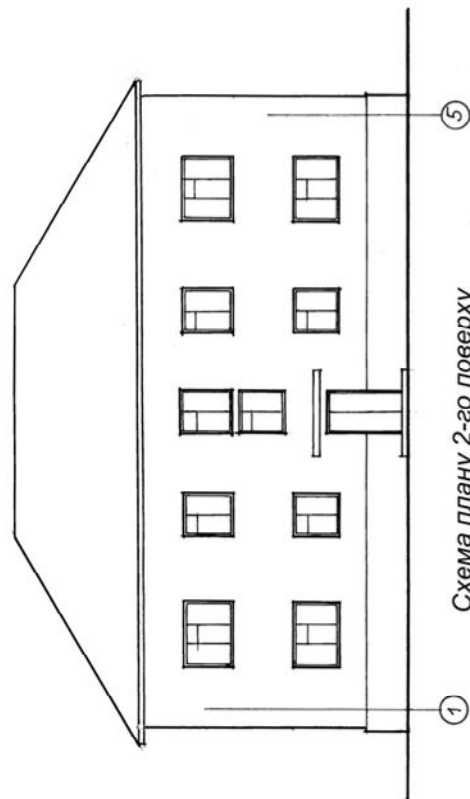
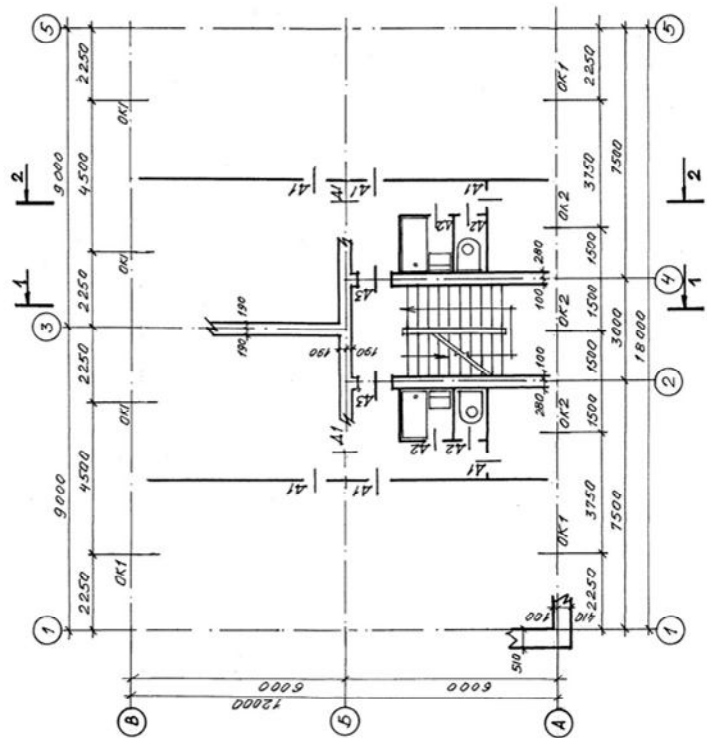
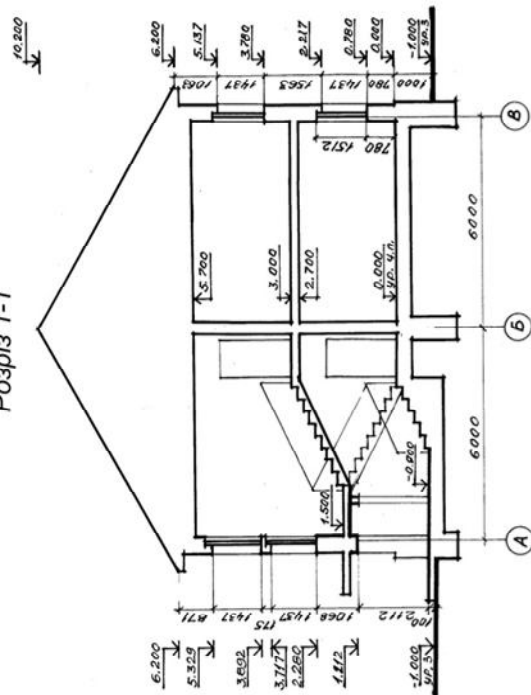


Схема плану 2-го поверху



Розріз 1-1



Варіант 8

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1812	1512
OK2	Спарений двопільний	1512	1512
D1	Однопільна дерев'яна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна	762	2112
D3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
D4	Однопільна застелена	762	2112

Фасад 1-5

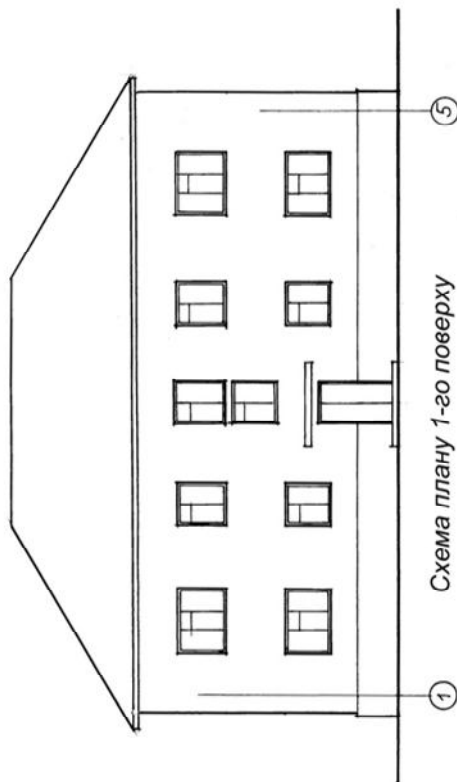
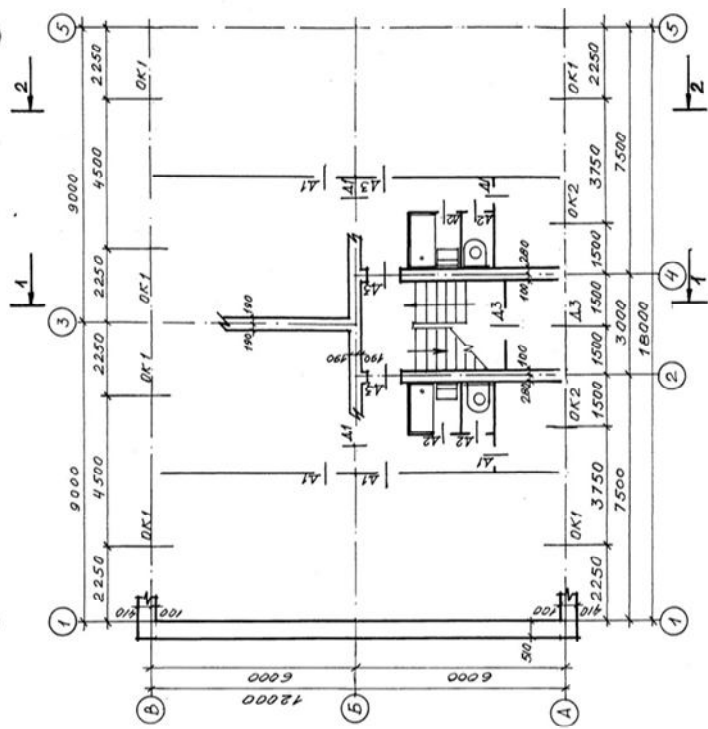
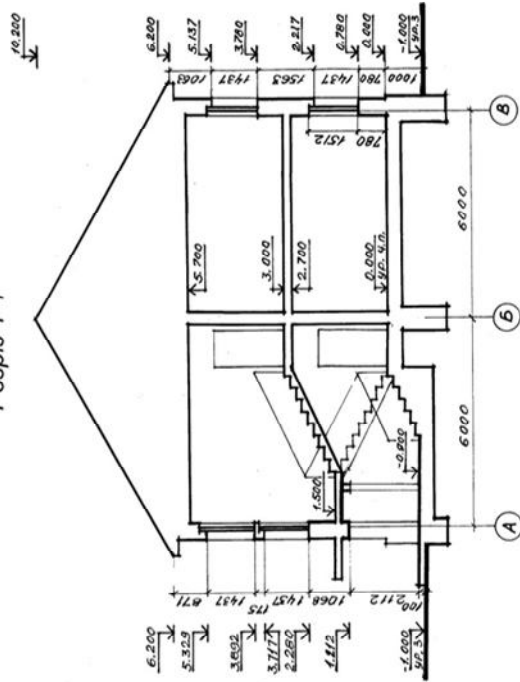


Схема плану 1-го поверху



Розріз 1-1

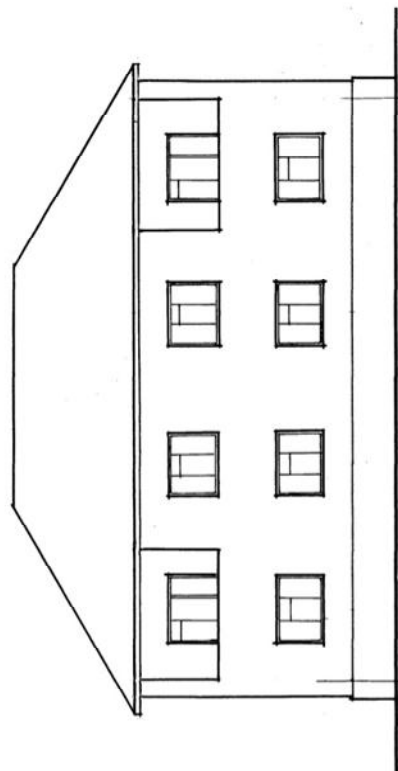


Варіант 9

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1812	1512
OK2	Спарений двопільний	1512	1512
D1	Однопільна дерев'яна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна	762	2112
D3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
D4	Однопільна застіблена	762	2112

Фасад 1-6



Розріз 1-1

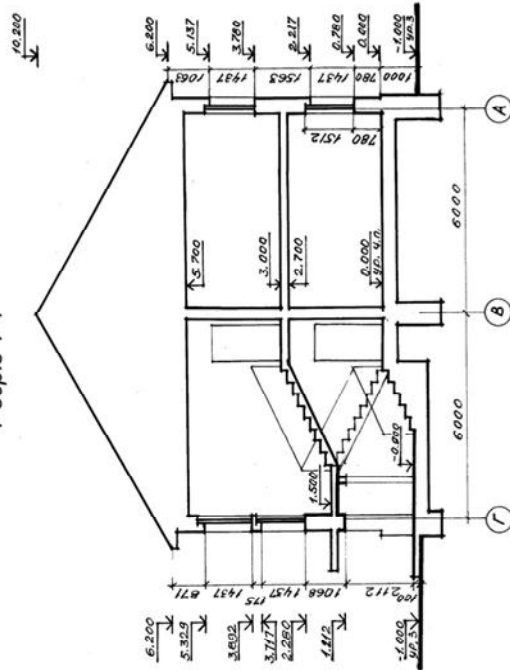
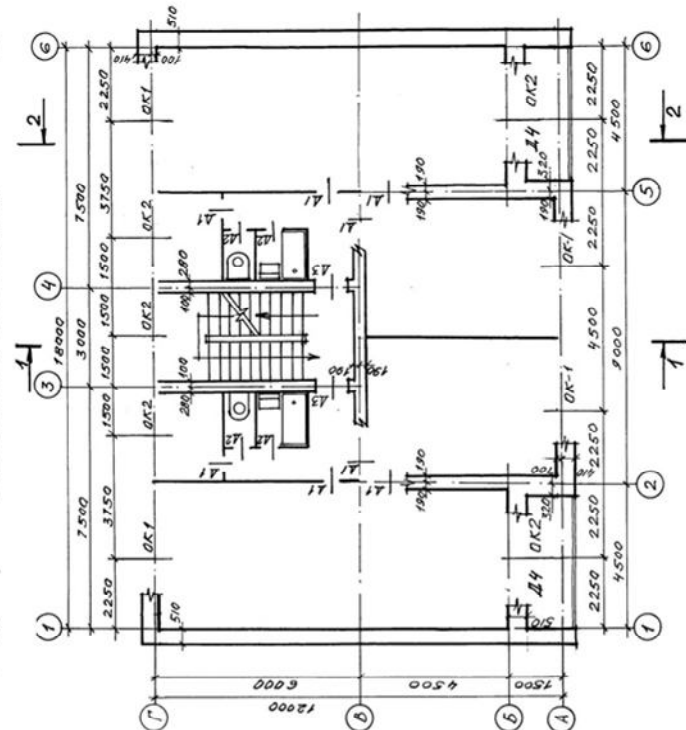


Схема плану 2-го поверху



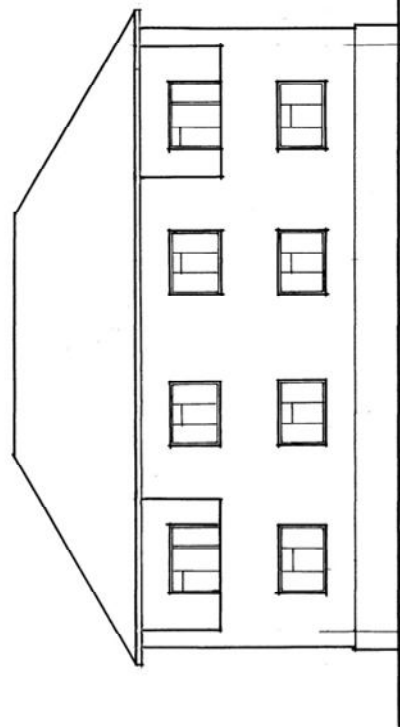
Варіант 10

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1812	1512
OK2	Спарений двопільний	1512	1512
D1	Однопільна дерев'яна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна	762	2112
D3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
D4	Однопільна засклена	762	2112



Фасад 1-6



Розріз 1-1

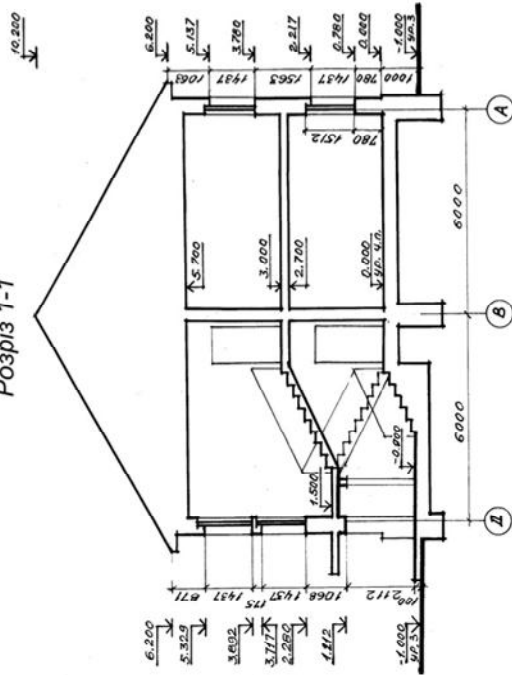
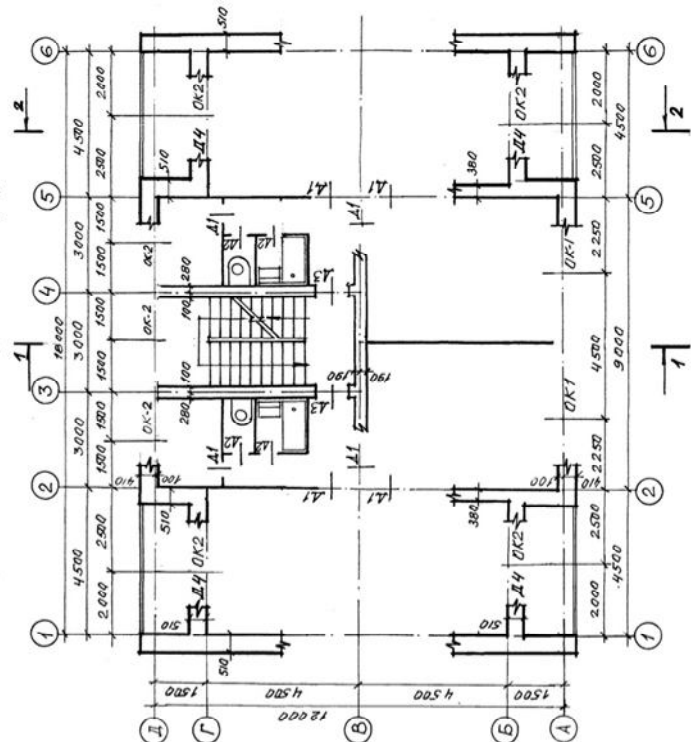


Схема плану 2-го поверху

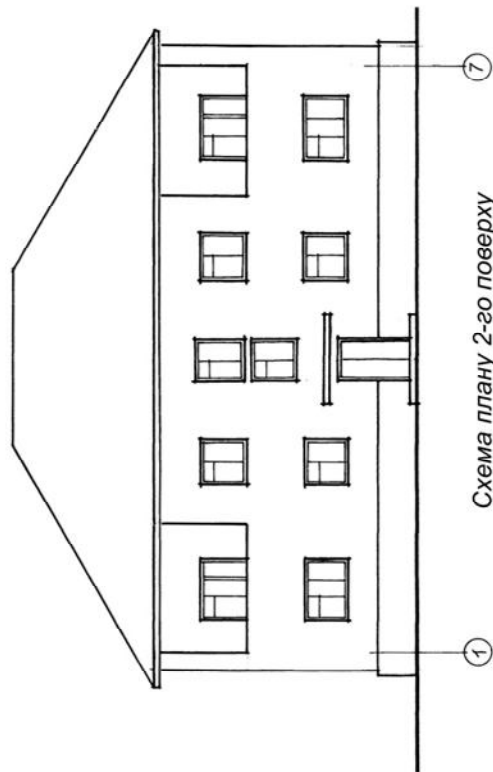


Варіант 11

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1812	1512
OK2	Спарений двопільний	1512	1512
D1	Однопільна дерев'яна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна	762	2112
D3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
D4	Однопільна засклена	762	2112

Фасад 1-7



Розріз 1-1

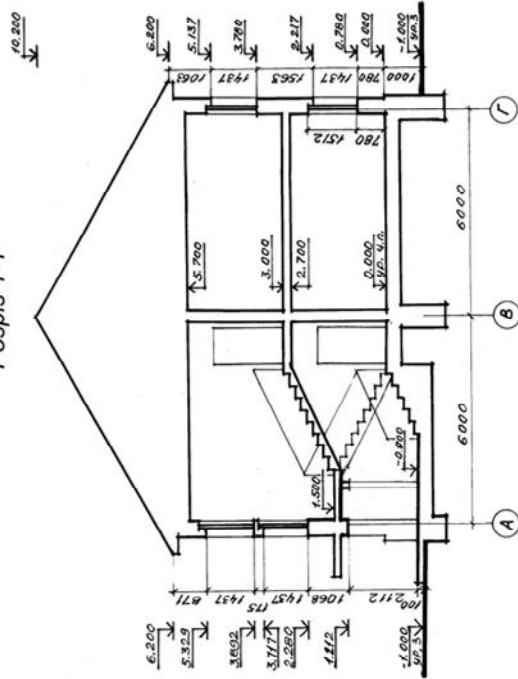
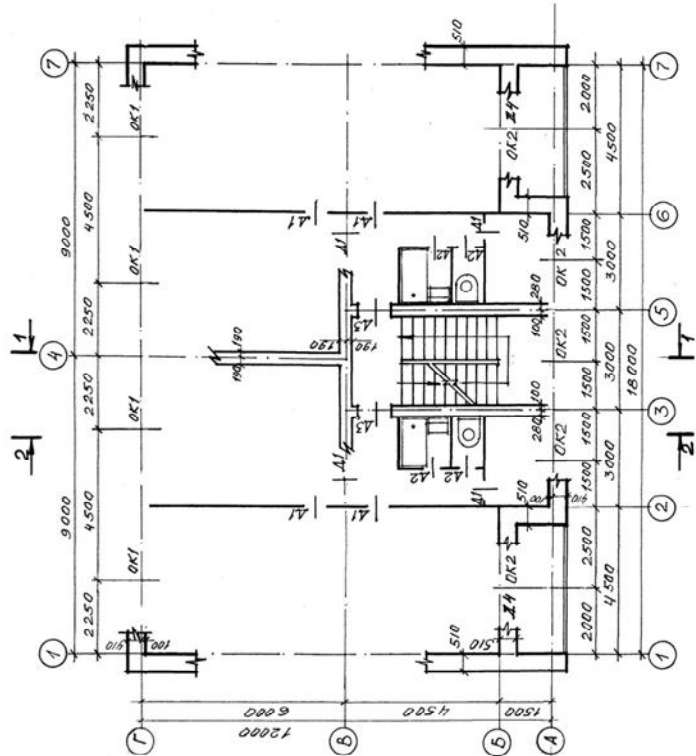


Схема плану 2-го поверху

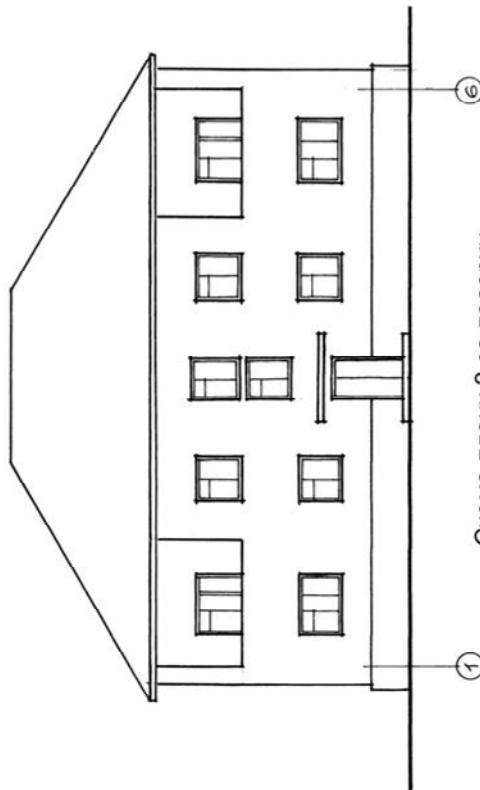


Варіант 12

Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1812	1512
OK2	Спарений двопільний	1512	1512
D1	Однопільна дерев'яна	912	2112
D2	Однопільна дерев'яна	762	2112
D3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
D4	Однопільна засклена	762	2112

Фасад 1-6



Розріз 1-1

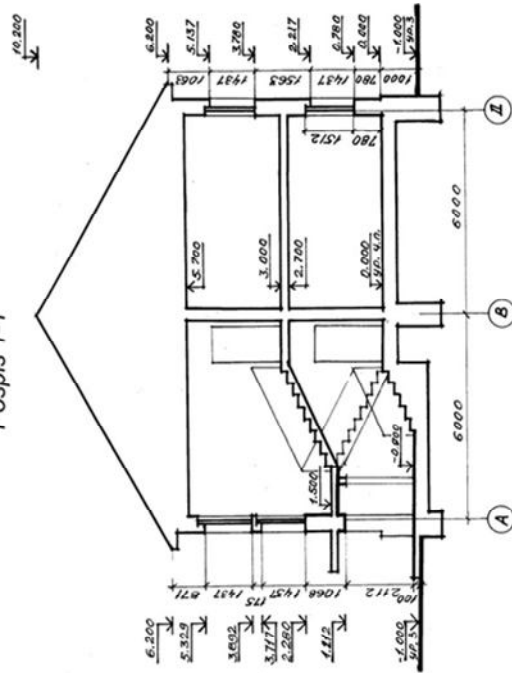
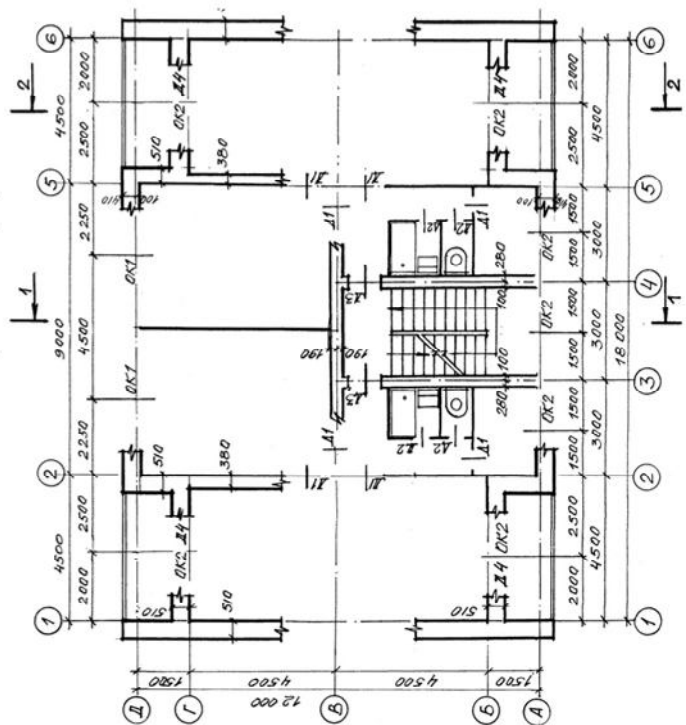


Схема плану 2-го поверху

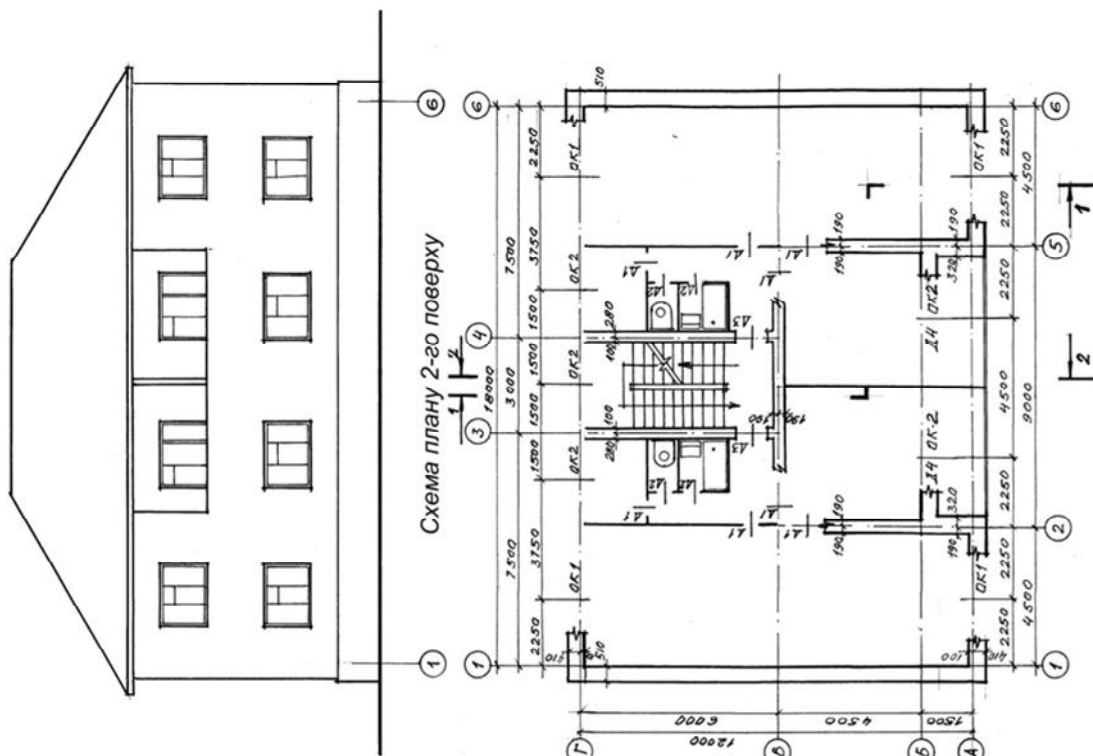


Варіант 13

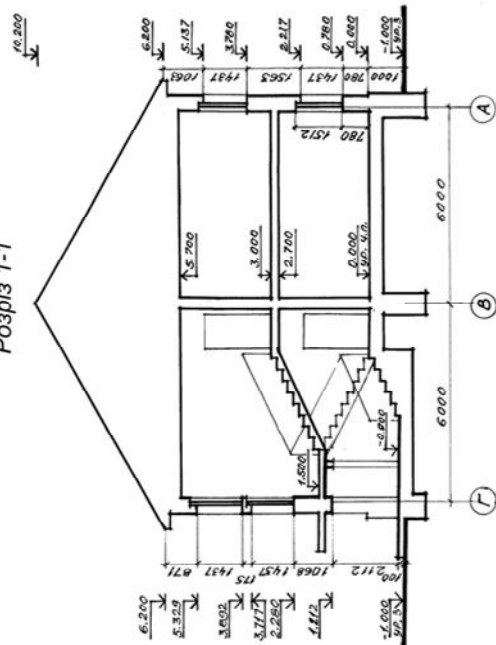
Специфікація вікон та дверей

Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
OK1	Спарений трипільний	1812	1512
OK2	Спарений двопільний	1512	1512
Д1	Однопільна дерев'яна	912	2112
Д2	Однопільна дерев'яна	762	2112
Д3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
Д4	Однопільна засклена	762	2112

Фасад 1-6



Розріз 1-1



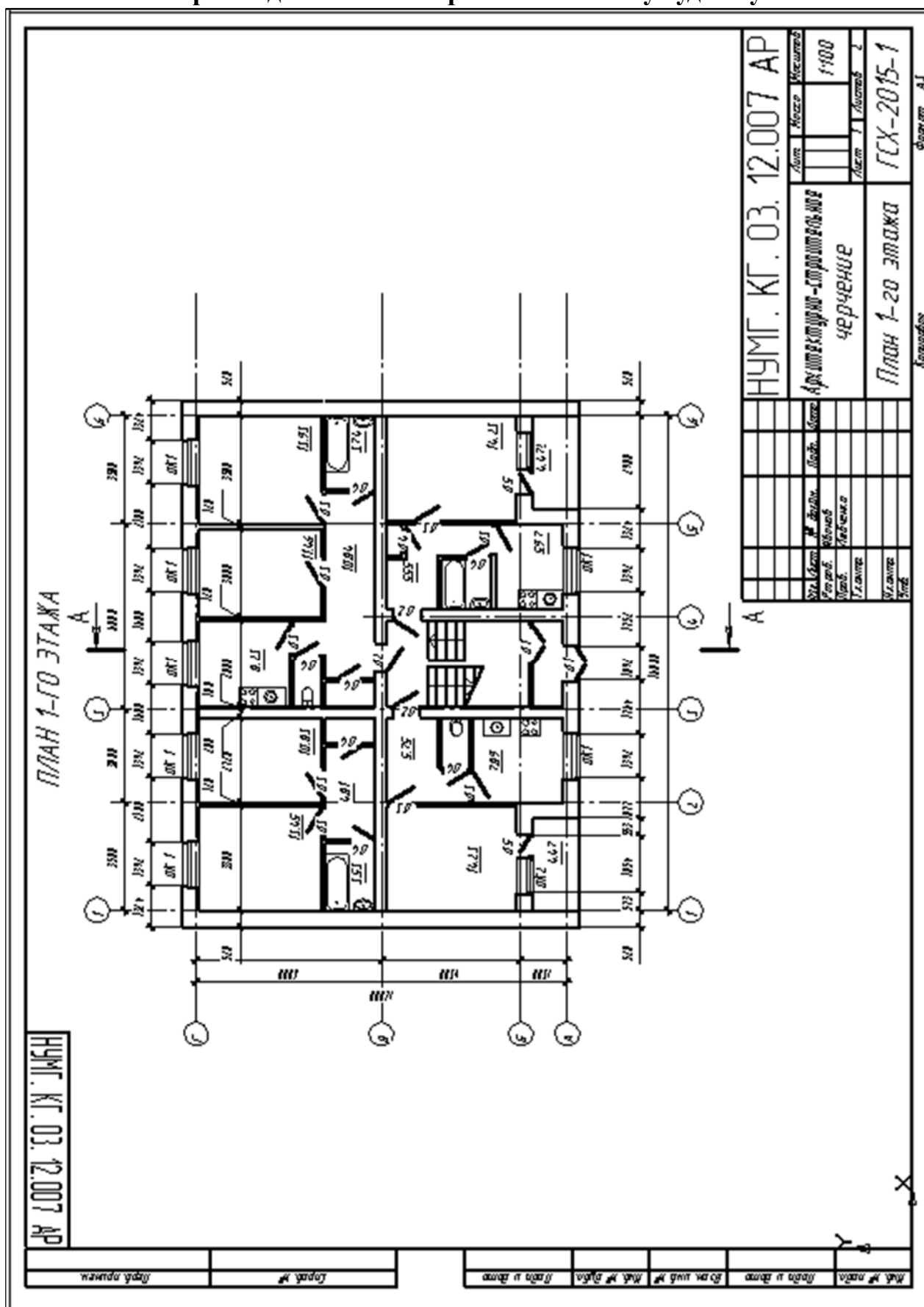
Варіант 14

Специфікація вікон та дверей

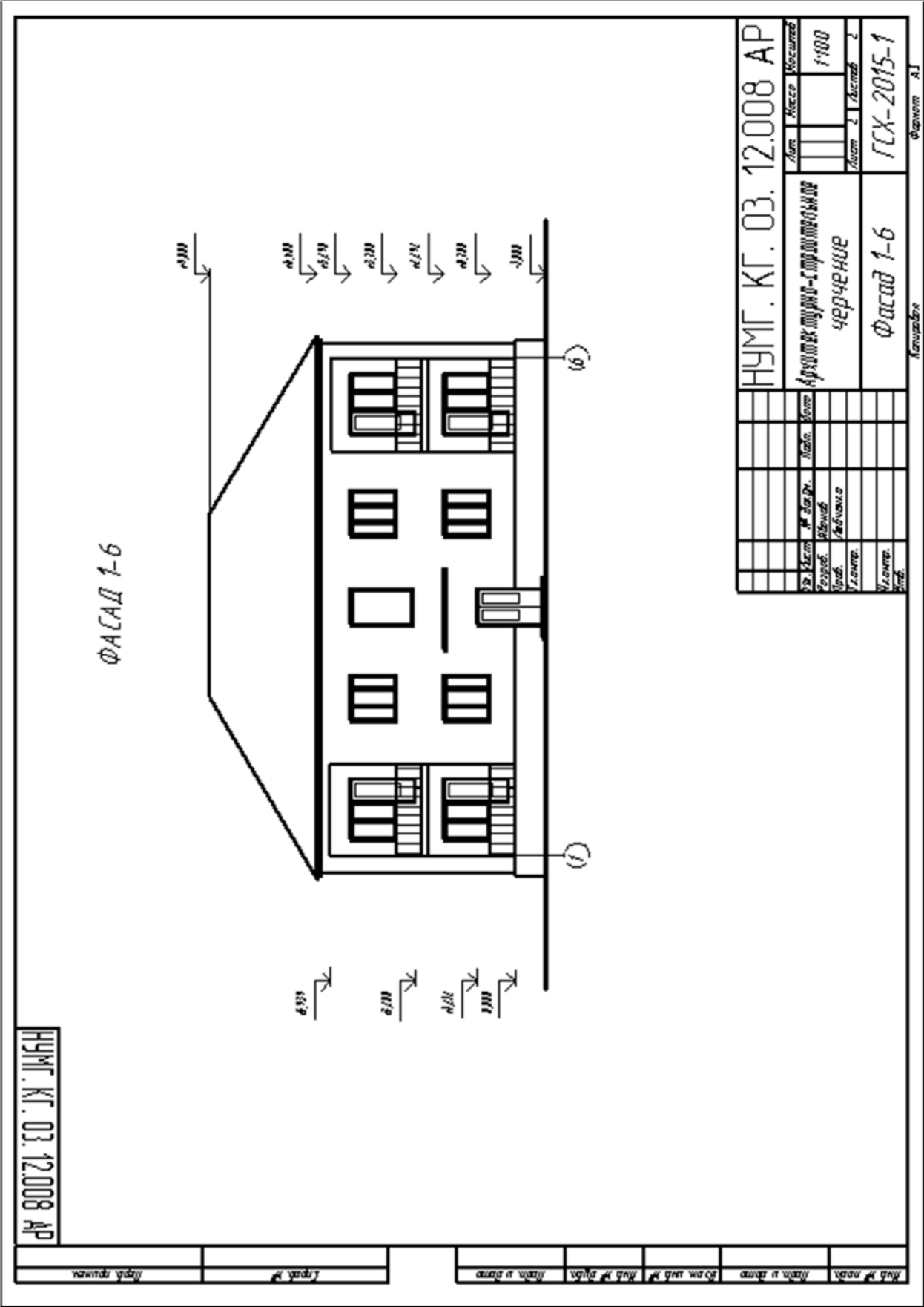
Позначення на кресленні	Тип віконних блоків та дверей	Розміри прорізу, мм	
		ширина	висота
ОК1	Спарений трипільний	1812	1512
ОК2	Спарений двопільний	1512	1512
Д1	Однопільна дерев'яна	912	2112
Д2	Однопільна дерев'яна	762	2112
Д3	Двопільна дерев'яна	1512	2112
Д4	Однопільна засклена	762	2112



Додаток Б.  
Приклад виконання кресленика плану будинку



Додаток В.  
 Приклад виконання креслення фасаду будинку



[illegible]

## Список рекомендованої літератури

1. Бубенников А. В. Начертательная геометрия / А. В. Бубенников, М. Я. Громов. – Москва: Высш. шк., 1973. – 416 с.
2. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / В. Є. Михайленко [та ін.] ; ред. В. Є. Михайленко. – Київ : Вища школа, 2000 – 341 с.
3. Михайленко В. Є. Інженерна графіка / В. Є. Михайленко, А. М. Пономарьов. – Київ : 1991 – 302 с.
4. Нарисна геометрія. Практикум : навч. посібник / Є. А. Антонович [та ін.] ; ред. Є. А. Антонович. – Львів : Світ, 2004. – 528 с.
5. Нарисна геометрія : Підручник / В. Є. Михайленко, М. Ф. Євстіфеев, С. М. Ковальов, О. В. Кащенко. – Київ : Вища школа, 2004 – 303 с.
6. Потемкин А. К. Инженерная и компьютерная графика. – Москва : ДМК Пресс, 2001 – 592 с.
7. Техническое черчение : [учебник для втузов / под ред. Е. И. Годика; А. М. Пономарев, Е. И. Годик, В. М. Лысянский, В.Е. Михайленко]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев : Вища школа, 1981. – 239 с.
8. Єдина система конструкторської документації. Загальні правила виконання креслень. Довідник : – Укр. та рос. мовами / За ред. В. Л. Іванова. – Львів : НТЦ «Леонормстандарт», 2001. – 223 с.
9. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений (ГОСТ 2.307-2011, IDT) [Электронный ресурс]. – Введен в действие с 2014-09-01. – Режим доступа : [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=60472](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=60472) – (дата обращения: 10.09.2016). – Заголовок с экрана.
10. ДСТУ ГОСТ 2.317:2014. Аксонометричні проєкції (ГОСТ 2.317-2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2014-11-01. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. – III, II, 11 с. (Національний стандарт України) (Єдина система конструкторської документації). – Текст рос.
11. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи (ГОСТ 2.104-2006, IDT) [Электронный ресурс]. – Введен в действие с 2007-07-01. – Режим доступа : [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=55417](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=55417) – (дата обращения: 10.09.2016). – Заголовок с экрана.
12. ЕСКД ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные [Электронный ресурс]. – Введен в действие с 1982-01-01. – Режим доступа : <http://vsegost.com/Catalog/13/1360.shtml> – (дата обращения: 10.09.2016). – Заголовок с экрана.

*Навчальне видання*

**Методичні вказівки та завдання**  
до лабораторних занять та виконання  
розрахунково-графічних і самостійних робіт  
з навчальної дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»**

*(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання  
освітнього рівня «бакалавр»  
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Укладач **ЛЮБЧЕНКО** Марія Анатоліївна

Відповідальний за випуск *В. І. Лусь*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *М. А. Любченко*

План 2016, поз. 67 М

---

Підп. до друку 15.09.2016  
Друк на ризографі  
Зам. №

Формат 60x84/16  
Ум. друк. арк. 3,6  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.